

Optical protection system for an optical communication system

Publication number: DE10126334

Publication date: 2002-12-12

Inventor: STOLL DETLEF (US); STORTZ GERHARD (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- **international:** H04J14/02; H04J14/02; (IPC1-7): H04B10/08;
H04B10/20

- **European:** H04J14/02M

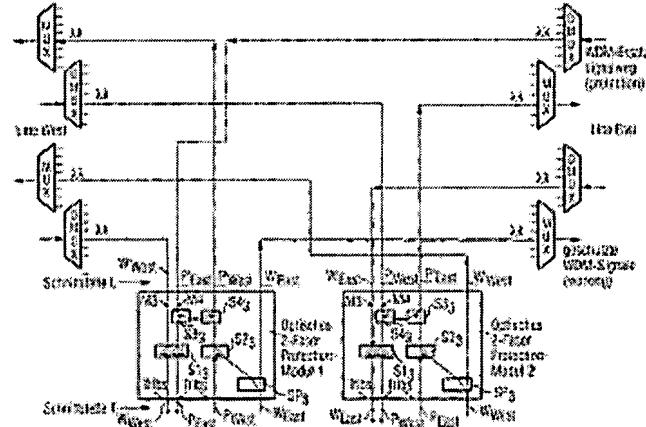
Application number: DE20011026334 20010530

Priority number(s): DE20011026334 20010530

Report a data error here

Abstract of DE10126334

The optical communication system has connections made by interfaces coupled by optical protection modules (OPM1, OPM2) each of which has switching stages (S1-S4) and splitters (SP3). The units connect with working lines (W) and the protection lines (P). In the case of a component failure communication is maintained through part of the line system.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

**PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 26 334 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 04 B 10/08
H 04 B 10/20

DE 101 26 334 A 1

②1 Aktenzeichen: 101 26 334.1
②2 Anmeldetag: 30. 5. 2001
④3 Offenlegungstag: 12. 12. 2002

⑦ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Stoll, Detlef, Dr., Boca Raton, Fla., US; Stortz,
Gerhard, 85586 Poing, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE	199	46	487	A1
DE	197	31	494	A1
US	59	33	258	A
US	59	03	370	A
US	58	89	610	A

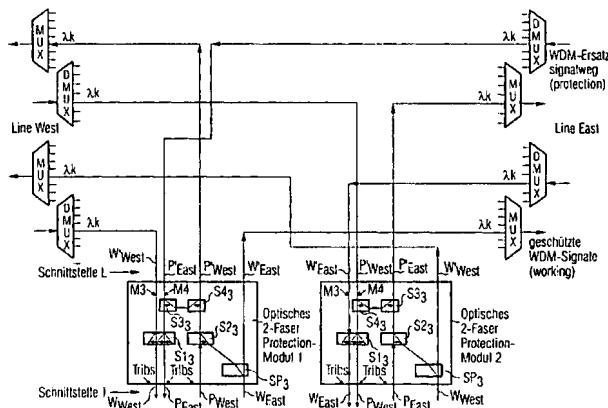
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Optisches Protection-Modul

57 Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches Protection-Modul und ein optisches Zwei-Faser-Protection-Modul.

Das Problem, in optischen Ringen und vermaschten Netzen mit optischen Ersatzwegen und Schutzmechanismen unterschiedliche Schaltfunktionen mit ein und derselben Schaltungsanordnung zu ermöglichen und dabei ausgefallene Schaltelemente oder Netzeile umgehen zu können, wird bei dem optischen Protection-Modul dadurch gelöst, dass mindestens ein Teil der Line-Signaleingänge mit mindestens einem Teil der Line-Signalausgänge direkt verbindbar ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches Protection-Modul nach Anspruch 1, ein optisches Zwei-Faser-Protection-Modul nach Anspruch 7.

[0002] In optischen Ringen und vermaschten Netzen werden zur redundanten geschützten Übertragung von Daten unterschiedliche Ersatzschaltfunktionen gefordert. Hierbei handelt es sich um die 1 + 1 Ersatzschaltung, die einen Reserveübertragungsweg bereit hält, der im Störungsfall genutzt wird. Daneben gibt es 1 : 1 Ersatzschaltungen, die im Störfall bestehende Leitungen nutzen, die ansonsten für Datenverkehr mit niedriger Priorität genutzt werden. Darüberhinaus existieren das OMS-SPRing-Protokoll (Optical Multiplex Section Shared Protection Ring Protokoll), das Och-SPRing (Optical Channel Section Shared Protection Ring Protokoll), das Och-DPRing-Protokoll (Optical Channel Dedicated Protection Ring Protokoll) die ein effizientes Ersatzschaltkonzept für WDM-(Wavelength Division Multiplex)-Ringe beschreibt, welches die Auslastung der zur Verfügung stehenden Kapazität durch gemeinsame Nutzung der WDM-Schaltringe verbessert.

[0003] All diese Ersatzschaltungen werden in optischen Netzen bisher mit verschiedenen Schaltungsanordnungen realisiert, die neben optischen Elementen ebenfalls elektrische oder mechanische Elemente umfassen. Für jede einzelne dieser Ersatzschaltung wurden spezielle Hardware-Lösungen entwickelt.

[0004] In US-Patent 5,933,258, Flanagan et al., wird ein optisches Kommunikationssystem beschrieben mit einem unterbrochenen Ring, der aus separaten bidirektionalen optischen Kommunikationsverbindungen gebildet wird, mit möglicherweise verschiedenen Übertragungsgeschwindigkeiten, synchroner oder asynchroner Übertragung und Verhältnissen von Working zu Protectionkanälen, wobei jeder ein Paar von Terminals in verschiedenen Knoten eines Kommunikationssystems verbindet.

[0005] In US-Patent 5,903,370, Johnson, wird ein System für eine optische Domäne beschrieben, wobei ein übertragungsbasiertes System zur Wiederherstellung einen Fehler eines optischen Kanals innerhalb einer optischen Domäne behebt.

[0006] US-Patent 5,889,610, Fatchi et al., beschreibt ein optisches Schutzschaltersystem, welches dadurch realisiert wird, daß eine Vielzahl von mit seltenen Erden dotierten optischen Faserverstärkern als gain-switched optische Verbindungen verwendet werden.

[0007] Die deutsche Patentanmeldung DE 197 31 494 (Siemens AG) beschreibt ein Verfahren zur Datenübertragung in einem bidirektionalen Working-Kanal zwischen mehreren Terminals eines optischen Ringnetzes mit einer Protection-Einrichtung, die bei einer gestörten Datenübertragung eine Protection-Verbindung im Wellenlängenmultiplexverfahren über den ungestörten Abschnitt des Ringnetzes in einem einzigen bidirektionalen Protection-Kanal herstellt, der mindestens eine Übertragungskapazität des Working-Kanals besitzt.

[0008] Die DE 199 46 487 (Siemens AG) beschreibt ein optisches Protection-Modul sowie verschiedene Schaltungsanordnungen zur Realisierung von unterschiedlichen Netzersatzschaltungsfunktionen für optische Netztopologien.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, in optischen Ringen und vermaschten Netzen mit optischen Ersatzwegen und Schutzmechanismen unterschiedliche Schaltfunktionen mit ein und derselben Schaltungsanordnung zu ermöglichen und dabei ausgefallene Schaltelemente oder Netzteile umgehen zu können.

[0010] Dieses Problem wird durch ein optisches Protec-

tion-Modul nach Anspruch 1 sowie ein optischen Zwei-Faser-Protection-Modul nach Anspruch 7 gelöst.

[0011] Bei dem optischen Protection-Modul nach Anspruch 1 ist vorgesehen, daß mindestens ein Teil der Line-Signalingänge mit mindestens einem Teil der Line-Signal-ausgänge direkt verbindbar ist. Auf diese Weise kann der optische Signalfluß durch das optische Protection-Modul geleitet werden ohne Signale über die Tributaryseite leiten zu müssen. Dies entspricht einem Bypass bezüglich des betrachteten optischen Protection-Moduls.

[0012] Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 2 ist vorgesehen, daß der Protection-Line-Signaleingang mit dem Protection-Line-Signal-ausgang line-seitig verbindbar ist. Es kann so ein Bypass speziell für die Protection-Line gelegt werden.

[0013] Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 3 ist vorgesehen, daß jeweils ein erster und zweiter Working-Line- sowie ein erster und zweiter Protection-Line-Ein- und Ausgang vorhanden ist. Diese Ausführung entspricht dem in der Praxis häufig anzutreffenden Fall mit jeweils einem Working- und einem Protection-Leitungspaar, die in einer Schnittstelle EAST und eine Schnittstelle WEST angeordnet sind.

[0014] In einer Weiterbildung nach Anspruch 4 ist vorgesehen, daß nur der zweite Protection-Line-Signaleingang mit dem ersten Protection-Line-Signal-ausgang und der erste Protection-Line-Signaleingang, mit dem zweiten Protection-Line-Signal-ausgang line-seitig verbindbar ist.

[0015] Weiterhin kann entsprechend Anspruch 5 vorgesehen sein, daß tributary-seitig die ersten und zweiten Protection-Tributary-Signalein-/ausgänge abtrennbar sind. Der auf der Tributaryseite des optischen Protection-Moduls liegende Netzstrang wird auf diese Weise bezüglich der Protection-leitungen von dem weiteren Netz abgekoppelt.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform gemäß Anspruch 6 ist vorgesehen, daß das optische Protection-Modul zwei gleichartige optische Zwei-Faser-Protection-Module umfaßt. Diese Maßnahme vereinfacht durch einen modularen Aufbau das optische Protection-Modul.

[0017] Bei dem optischen Zwei-Faser-Protection-Modul nach Anspruch 7 ist vorgesehen, daß der line-seitige Eingang mit dem line-seitigen Ausgang verbindbar ist, der line-seitige Eingang mit dem tributary-seitigen Ausgang verbindbar ist, der tributary-seitige Eingang mit dem line-seitigen Ausgang verbindbar ist, die Verbindung des line-seitigen Eingangs zum tributary-seitigen Ausgang auf trennbar ist, die Verbindung des line-seitigen Eingangs zum tributary-seitigen Ausgang auf trennbar ist, und die Verbindung des tributary-seitigen Eingangs zum line-seitigen Ausgang auf trennbar ist.

[0018] In einer Ausgestaltung nach Anspruch 8 ist vorgesehen, daß an der line-seitigen Schnittstelle der Protection-Line-Signaleingang über einen ersten optischen Schalter auf trennbar ist, der an der line-seitigen Schnittstelle gelegene Protection-Line-Signal-ausgang über einen zweiten optischen Schalter auf trennbar ist und der an der line-seitigen Schnittstelle gelegene Protection-Line-Signaleingang mit dem an der line-seitigen Schnittstelle gelegenen Protection-Line-Signal-ausgang über die optischen Schalter direkt miteinander verbindbar ist und daß der an der line-seitigen Schnittstelle gelegene Working-Line-Signaleingang mittels eines dritten optischen Schalters auf trennbar ist, der an der line-seitigen Schnittstelle gelegene Protection-Line-Signal-ausgang über den dritten optischen Schalter auf den Working-Tributary-Signal-ausgang der tributary-seitigen Schnittstelle legbar ist, daß der an der tributary-seitigen Schnittstelle gelegene Working-Tributary-Signaleingang über einen vierten optischen Schalter auf den Protection-Line-Signal-ausgang sowie über einen Splitter auf den Wor-

king-Line-Signalausgang bzw. Protection-Line-Signalausgang der line-seitigen Schnittstelle legbar ist. Ein derartiges Zwei-Faser-Protection-Modul ermöglicht unmittelbar die Schaltung einer Through-Pass-Connection zwischen dem Eingang und dem Ausgang der lineseitigen Protection-Line. [0019] In einer Weiterbildung des optischen Zwei-Faser-Protection-Moduls ist entsprechend Anspruch 9 vorgesehen, daß der Splitter durch einen optischen Schalter ersetzt ist. Diese Maßnahme vereinfacht den Aufbau des Moduls.

[0020] In einer weiteren erfundungsgemäßen Ausführung des Zwei-Faser-Protection-Moduls ist entsprechend Anspruch 10 vorgesehen, daß an der line-seitigen Schnittstelle der Working-Line-Signaleingang sowie der Protection-Line-Signaleingang über einen ersten optischen Schalter auftrennbar sind, an der line-seitigen Schnittstelle der Working-Line-Signalausgang und der Protection-Line-Signalausgang über einen zweiten optischen Schalter auftrennbar sind und der Protection-Line-Signaleingang und der Protection-Line-Signalausgang über die beiden Schalter verbindbar sind. Diese Maßnahme faßt die gesamte Funktionalität des optischen Zwei-Faser-Protection-Moduls in zwei multifunktionellen Schaltern zusammen.

[0021] In einer weiteren alternativen Ausgestaltung des Zwei-Faser-Protection-Moduls ist nach Anspruch 11 vorgesehen, daß dieses eine 4×4 -Matrix umfasst, die an der line-seitigen Schnittstelle den Protection-Line-Signaleingang mit dem Protection-Line-Signalausgang verbinden kann sowie an der tributary-seitigen Schnittstelle den Protection-Tributary-Signaleingang mit dem Protection-Tributary-Signalausgang verbinden kann. Mit einer 4×4 -Matrix wird ein universell einsetzbares Schaltelement verwendet.

[0022] In einer weiteren alternativen Ausführungsform des Zwei-Faser-Protection-Moduls ist nach Anspruch 12 vorgesehen, daß dieses eine 4×4 -Matrix umfasst, die den Working-Line-Signaleingang der line-seitigen Schnittstelle mit dem Protection-Tributary-Signalausgang der tributary-seitigen Schnittstelle, sowie den Protection-Line-Signaleingang der line-seitigen Schnittstelle mit dem Working-Tributary-Signalausgang der tributary-seitigen Schnittstelle verbinden kann. Mit dieser Maßnahme werden die Working- und Protection-Signale zwischen den Schnittstellen L und T gekreuzt.

[0023] In einer weiteren alternativen Ausführung des Zwei-Faser-Protection-Moduls ist nach Anspruch 13 vorgesehen, daß dieses eine 4×4 -Matrix umfasst, die den Protection-Line-Signalausgang der line-seitigen Schnittstelle mit dem Working-Tributary-Signaleingang der tributary-seitigen Schnittstelle verbinden kann, sowie mittels eines Splitters den Working-Tributary-Signaleingang der tributary-seitigen Schnittstelle zusätzlich auf den Protection-Line-Signalausgang der line-seitigen Schnittstelle legen kann. Das tributary-seitige Workingsignal wird auf diese Weise in den Ersatzsignalweg der Lineseite eingespeist.

[0024] In einer weiteren alternativen Ausführungen des Zwei-Faser-Protection-Moduls ist gemäß Anspruch 14 vorgesehen, daß dieses eine 4×4 -Matrix umfasst, die den Protection-Line-Signaleingang der line-seitigen Schnittstelle mit dem Protection-Tributary-Signalausgang der tributary-seitigen Schnittstelle, sowie den Protection-Line-Signaleingang der line-seitigen Schnittstelle mit dem Working-Tributary-Signalausgang der tributary-seitigen Schnittstelle verbinden kann und dass die 4×4 -Matrix den Protection-Line-Signalausgang der line-seitigen Schnittstelle mit dem Working-Tributary-Signaleingang der tributary-seitigen Schnittstelle verbinden kann, sowie mittels eines Splitters den Working-Tributary-Signaleingang der tributary-seitigen Schnittstelle zusätzlich auf den Working-Line-Signalausgang der line-seitigen Schnittstelle legen kann. Diese Ausgestaltung

vereinigt die Schaltmöglichkeiten der beiden zuvor genannten Ausführungen des Zwei-Faser-Protection-Moduls.

[0025] Das optische Protection-Modul nach Anspruch 2 kann alternativ zu den Lösungen mit zwei 4×4 Matrizen eine 8×8 Matrix, bei der erste und zweite Working-Line-Signaleingang vor dem Eingang der 8×8 Matrix, und der erste und zweite Protection-Line-Signalausgang nach dem Ausgang der 8×8 Matrix auftrennbar sind, entsprechend Anspruch 15 umfassen. In diesem Fall lassen sich alle zuvor dargestellten Ausführungsformen durch eine entsprechende Beschaltung der 8×8 Matrix entsprechend der zuvor dargestellten Beschaltung der 4×4 Matrizen realisieren.

[0026] Das optische Protection-Modul unter Verwendung zweier Zwei-Faser-Protection-Module nach Anspruch 16 stellt eine Lösung mit gekreuzten Ein-/Ausgängen bereit. Während die Signale einer Leitung für eine Richtung über eines der OPM geführt werden werden die Signale für die andere Richtung jeweils über das andere OPM geführt.

[0027] In Anspruch 17 ist eine bevorzugte Ausführung der in Anspruch 16 allgemein dargestellten Realisierung mit gekreuzten Leitungen beschrieben.

[0028] Anspruch 18 nennt eine Ausgestaltung eines optischen Zwei-Faser-Protection-Moduls, bei der die Signalwege vollständig von der Protection-Line auf die working-tributary Seite gelegt werden können.

[0029] In Anspruch 19 ist eine Ausführungsform eines Zwei-Faser-Protection-Moduls beschrieben, bei dem ein tributary-seitiger Ein- und Ausgang wahlweise mit einer line-seitigen Working- bzw. Protection-Line verbunden werden kann.

[0030] Das Protection-Modul nach Anspruch 20 ist eine vereinfachte Ausführung des Zwei-Faser-Protection-Moduls ohne tributaryseitige Protection-Line-Anschlussmöglichkeit und ohne Bypass-Möglichkeit. Anspruch 21 beansprucht ein weiter vereinfachtes Protection-Modul.

[0031] Anspruch 22 nennt ein optisches Protection-Modul bestehend aus vier optischen Protection-Modulen. Mit dieser Gestaltung erhält man ein modular aufgebautes optisches Protection-Modul.

[0032] Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben. Dabei zeigen

[0033] Fig. 1 einen Zwei-Faser-Optical-Protection-Modul (OPM)-Verbund;

[0034] Fig. 2 den Signalverlauf im Zwei-Faser-OPM-Verbund;

[0035] Fig. 3 ein Zwei-Faser-OPM mit zwei zusätzlichen Schaltern für eine Through-Pass-Connection;

[0036] Fig. 4 ein Zwei-Faser-OPM optimiert für Shared Protection Ringe;

[0037] Fig. 5 eine Weiterbildung des Zwei-Faser-OPM optimiert für Shared Protection Ringe;

[0038] Fig. 6 ein Zwei-Faser-OPM mit zwei Splittern und Schaltern;

[0039] Fig. 7 ein alternatives Zwei-Faser-OPM mit zwei Splittern und Schaltern;

[0040] Fig. 8-11 OPM mit Zwei-Faser-OPM unter Verwendung von 4×4 Matrizen;

[0041] Fig. 12-16 OPM mit Zwei-Faser-OPM unter Verwendung von 4×4 Matrizen sowie Ein-/Ausschaltern

[0042] Fig. 17 Zustandsübergänge von Zwei-Faser-OPMs im Verbund

[0043] Fig. 18 eine Zwei-Faser-OPM-Realisierung mit einer Brücke;

[0044] Fig. 19 eine Zwei-Faser-OPM-Realisierung ohne Through-Pass;

[0045] Fig. 20 eine weitere Zwei-Faser-OPM-Realisierung ohne Through-Pass;

[0046] Fig. 21 bis 25 ein Verbund von Zwei-Faser-OPMs ohne integrierte Through-Pass-Verbindungs-Funktion und Low-Priority-Traffic-Funktionen

[0047] Fig. 26 einen Verbund für Zwei-Faser-OPM

[0048] Fig. 27 ein OPM mit Low Priority;

[0049] Fig. 28 bis 30 Beispiele geschützter Ringschaltungen

[0050] Die Bezeichnung vergleichbarer Elemente wurde wenn möglich in allen Figuren identisch gewählt und der Übersichtlichkeit halber mit einem Index versehen, der auf die Figur, in der das Element bezeichnet wurde, verweist. [0051] Anhand Fig. 1 wird zunächst der Zwei-Faser-Optical-Protection-Modul-Verbund (Zwei-Faser-OPM-Verbund) mit Through-Pass-Connection beschrieben. Der Zwei-Faser-OPM-Verbund umfasst zwei Optische-Protection-Module OPM 1 sowie OPM 2. Der Zwei-Faser-OPM-Verbund verfügt über eine Schnittstelle TV sowie eine weitere Schnittstelle LV, mit denen eine Verbindung zu jeweils anderen Netzelementen hergestellt werden kann. Die Schnittstelle TV wird an die Tributary-Seite eines Netzes angeschlossen, die weitere Schnittstelle LV wird an die Line-Seite eines Netzes angeschlossen. Der vorliegende Zwei-Faser-OPM-Verbund verbindet insgesamt acht optische Kanäle der weiteren Schnittstelle TV mit acht Kanälen der Schnittstelle LV. Es handelt sich jeweils um unidirektionale Kanäle, die Signalrichtung ist in Fig. 1 durch einen Pfeil angegeben. Die Bezeichnung der beiden Kanäle für beide Richtungen ist mit einem Index -e für den Eingang und -a für den Ausgang versehen, beispielsweise gibt es an der Schnittstelle TV die Kanäle $W_{\text{west-e}}$, $P_{\text{west-e}}$, $W_{\text{east-e}}$, $P_{\text{east-e}}$, $W_{\text{west-a}}$, $P_{\text{west-a}}$, $W_{\text{east-a}}$ sowie $P_{\text{east-a}}$. An der weiteren Schnittstelle LV sind die zuvor genannten Kanäle jeweils mit einem hochgestellten Strich gekennzeichnet. Innerhalb des Zwei-Faser-OPM-Verbundes ist die Anbindung der OPM 1 und OPM 2 mit einer Schnittstelle T an der TV-Seite und einer Schnittstelle L an der LV-Seite gekennzeichnet. Die von der Schnittstelle TV kommenden Signale werden vor der Zuführung zur Schnittstelle T ausgekreuzt, das heißt $P_{\text{east-e}}$ und $W_{\text{west-e}}$ werden zu OPM 2 geführt und $P_{\text{west-e}}$ und $W_{\text{east-e}}$ zu OPM 1. In gleicher Weise wird das Signal an der Schnittstelle T wieder ausgekreuzt und an der weiteren Schnittstelle LV zur Line geführt. Die von der Line-Seite kommenden Signale werden unmittelbar durchgeführt.

[0052] Alternativ kann die Auskreuzung umgekehrt stattfinden, das heißt, dass die von der Line-Seite kommenden Signale an der Schnittstelle LV ausgekreuzt werden.

[0053] Anhand Fig. 2 wird der Signalverlauf im Zwei-Faser-OPM-Verbund, bzw. innerhalb von OPM 1 und OPM 2 am Beispiel einer Through-Pass-Verbindung erläutert. Ziel der Schaltung ist es, die line-seitig ankommenden Signale von $P_{\text{east-e}}$ und $P_{\text{west-e}}$ line-seitig unmittelbar weiterzuleiten, dies bedeutet, dass $P_{\text{east-e}}$ unmittelbar mit $P_{\text{west-a}}$ und $P_{\text{west-e}}$ unmittelbar mit $P_{\text{east-a}}$ zu verbinden ist. Im vorliegenden Fall werden tributary-seitig nur noch die Signale $W_{\text{east-a}}$ und $W_{\text{west-a}}$ weitergeleitet, die Signale $P_{\text{east-a}}$ und $P_{\text{west-a}}$ werden nicht weitergeleitet.

[0054] Die in dem zuvor beschriebenen Zwei-Faser-OPM-Verbund verwendeten Optischen-Protection-Module OPM 1 und OPM 2 werden im Folgenden detailliert erläutert. Das erste und zweite Optische Protection-Modul OPM 1 und OPM 2 sind prinzipiell identisch aufgebaut.

[0055] Fig. 3 zeigt ein Zwei-Faser-OPM mit zwei zusätzlichen Schaltern für die Through-Pass-Connection. Im linken oberen Teil ist die Schnittstelle L der Line-West dargestellt, im rechten oberen Bereich ist die Schnittstelle L der Line-East dargestellt, im unteren Bereich ist die Schnittstelle T der Tributary-Seite dargestellt. Die jeweils oberen beiden Leitungen sowohl der Line-West als auch der Line-

East sind der WDM-Ersatzsignalweg, dieser wird allgemein als Protection-Line bezeichnet, die beiden unteren dargestellten Signalwege der Schnittstelle L übertragen das geschützte WDM-Signal und werden allgemein als Working-Line bezeichnet. Die Verbindung der beiden Optischen-Protection-Module OPM 1 und OPM 2 entspricht der in Fig. 1 und 2 dargestellten Verbindung zwischen den Schnittstellen L und TV, bzw. T und TV.

[0056] Im folgenden wird auf den internen Signalfluss in den Protection-Modulen OPM 1 und OPM 2 eingegangen. Die Protection-Module OPM 1 und OPM 2 sind im vorliegenden Fall identisch aufgebaut, daher wird der Signalfluss anhand eines der Module, in diesem Fall dem ersten Optischen-Protection-Moduls OPM 1, erläutert.

[0057] In der Darstellung der Fig. 3 sind die Leitungen der Schnittstelle L unmittelbar mit denen der Schnittstelle T verbunden. Die Signalleitungen sind identisch wie zuvor bezeichnet. In den Signalleitungen innerhalb des ersten Optischen-Protection-Moduls OPM 1 und entsprechend innerhalb des zweiten Optischen-Protection-Moduls OPM 2 sind jeweils Schalter S1₃, S2₃, S3₃, S4₃, sowie ein Splitter SP₃ eingefügt. Im Falle der Through-Pass-Connection wird das in OPM 1 in $P_{\text{west-e}}$ anliegende Signal über den Schalter S3₃, der in die rechte Schaltposition gestellt ist und den Schalter S4₃, der in die linke Schaltposition gestellt ist, zu dem an Schnittstelle L liegenden Ausgang $P'_{\text{east-a}}$ geführt. In allen anderen Fällen befinden sich die beiden Schalter S3₃ und S4₃ in Schaltposition "geradeaus", so daß das erste Modul OPM 1 wie in der DE 199 46 487 beschrieben arbeiten kann. In gleicher Weise wird das in OPM 2 an $P'_{\text{east-e}}$ anliegende Signal nach $P'_{\text{west-a}}$ geführt.

[0058] Wird das Zwei-Faser-OPM ausschließlich für Shared Protection-Ringe verwendet, dann kann entsprechend Fig. 4 auf den Splitter SP₃ verzichtet werden.

[0059] Die Verschmelzung der Schalter S1₃ und S3₃ sowie S2₃ und S4₃ führt zu einer Lösung mit zwei Schaltern S1₅ und S2₅ entsprechend Fig. 4 und Fig. 5.

[0060] Fig. 6 beschreibt eine Zwei-Faser-OPM-Realisierung mit Schaltern und zwei Splittern. Diese Schaltung unterstützt alle genannten Ersatzschaltungen. Nachfolgend ist beispielhaft eine Shared-Ring-Ersatzschaltung für OCH-SPRing, OMS-DPRing und OCH-DPRing beschrieben. Der Zwei-Faser-OPM kann entsprechend der Darstellung in Fig. 4 in Shared-Protection-Ringe eingesetzt werden. Die Schnittstelle-L-seitigen Messpunkte M3₆ am Ausgang W_a und M4₆ am Ausgang T_a bestimmen die Signalqualität der beiden einlaufenden Signale und in Verbindung mit dem OMS-SPRing, OCH-SPRing oder OCH-DPRing-Protokoll veranlassen diese gegebenenfalls das Schalten von S1₆ und S2₆. Im fehlerfreien Fall wird das ausgetauschte Signal der Working-line über den Schalter S1₆, dabei ist der Schalter in der rechten Schaltposition, und den Koppler K₆ zum Ausgang W_a geführt. Im Fehlerfall wird das ausgetauschte Signal der Protection-Line über den Schalter S2₆, dabei ist der Schalter in der halbblinken Schaltposition, und den Koppler K₆ zum Ausgang W_a der Schnittstelle T geführt. Das ausgetauschte Signal der Working-Line wird dabei über Schalter S1₆ in der linken Schaltposition unterbrochen. Bei Verwendung des OMS-SPRing-Protokolls wird im Falle einer fehlerhaften Zustellung der Daten, üblicherweise als "misconnection" bezeichnet, sowohl S1₆ als auch S2₆ in die linke Schaltposition geschaltet, so dass kein Signal an W_a anliegt.

[0061] Die Through-Pass-Verbindung wie in Fig. 6 dargestellt wird durch die Schalter S1₆ und S2₆ sowie die Verbindung zwischen den beiden Schaltern S2₆ und S3₆ realisiert. Das in P_e anliegende Signal wird über den Schalter S2₆ in der rechten Schaltposition und S3₆ in der linken Schaltposition nach P'_a zur Schnittstelle L zurückgeführt.

[0062] Das von der Schnittstelle T kommende Signal W_e wird in den Splitter SP auf zwei optische Kanäle aufgeteilt. Im fehlerfreien Fall führt das linke Signal direkt zur Working-Line, während das rechte Signal am Schalter S3₆, der sich in der rechten oder linken Schaltposition befinden kann, unterbrochen wird. Im Fehlerfall führt der Schalter S3₆ in der halbblinken Schaltposition das Signal zur Protection-Line.

[0063] Low-Priority-Verkehr kann im fehlerfreien Fall uneingeschränkt genutzt werden. Das von der Schnittstelle L kommende Signal P'_e wird in diesem Fall über den Schalter S2₆, der sich in der mittleren Schaltposition befindet, zum Ausgang P_a geleitet und das in P'_e anliegende Signal über den Schalter S3₆, der sich in der Schaltposition gerade aus befindet, nach P_a geleitet.

[0064] Fig. 7 stellt eine Variante der doppelten Splitter-Lösung SP1, SP2 ohne Low-Priority-Unterstützung dar. Im Unterschied zur vorher dargestellten Lösung ist die Funktionalität der Schalter S2₆ und S3₆ hier eingeschränkt, es kann daher nur eine Through-Pass-Connection zwischen P'_e und P_a an der Schnittstelle L erfolgen.

[0065] Anhand der Fig. 8 bis 11 wird im Folgenden die Verwendung einer 4×4 -Matrix und eines Splitters beschrieben. Dabei wird ein Verbund von zwei OPMs verwendet um Zwei-Faser-Shared-Ring-Protection sowohl für Line-East, als auch Line-West zu realisieren, wobei ein OPM aus einer 4×4 -Matrix, einem Splitter, sowie zwei Ein-/Ausschaltern besteht. Die beschriebene Realisierung erlaubt alle zuvor dargestellten Ersatzschaltungen. Nachfolgend wird beispielhaft die Shared-Ring-Schaltung für Line West für OCH-SPRing, OMS-DPRing und OCH-DPRing beschrieben. Die Funktionsweise der Zwei-Faser-OPM-Module OPM 1 und OPM 2 sind identisch. An den Messpunkten M3, sowie M4 wird die Signalqualität der beiden einlaufenden Signale bestimmt. In Verbindung mit dem OCH-SPRing oder OCH-DPRing-Protokoll kann gegebenenfalls das Schalten der Schalter S1₈, S2₈, sowie der 4×4 -Matrix veranlasst werden. Im fehlerfreien Fall wird das ausgetauschte Signal der Working-line über den Schalter S1₈, der sich in der rechten Schaltposition befindet, und über die 4×4 -Matrix zum Ausgang W_a an die Anschlussseite W_{west-a} oder W_{east-a}, wie in Fig. 8 dargestellt, geführt. Im Fehlerfall, der in Fig. 10 mit einem Fehler auf Line-West dargestellt ist, wird das ausgetauschte Signal der Protection-Line über die 4×4 -Matrix zum Ausgang W_{west-a} oder W_{east-a} der Schnittstelle T geführt.

[0066] Die Through-Pass-Verbindung wird realisiert, indem das in P'^{east-c} anliegende Signal über die 4×4 -Matrix von OPM 1 nach P_{west-a} und das in P'^{west-e} anliegende Signal über die 4×4 -Matrix von OPM 2 nach P_{east-a} zur Schnittstelle L zurückgeführt wird, wie in Fig. 9 dargestellt ist.

[0067] Im Falle einer fehlerhaften Zustellung der Daten, üblicherweise als "misconnection" bezeichnet, wird die Working-Line am Schalter S1₁₁ und die Protection-Line am Schalter S2₁₁ entsprechend Fig. 11 unterbrochen.

[0068] Das von der Schnittstelle T kommende Signal W_e wird in Splitter SP auf zwei optische Kanäle aufgeteilt. Das rechte Signal führt grundsätzlich direkt zur Working-Line, das linke Signal wird im fehlerfreien Fall einer Through-Pass-Verbindung in der 4×4 -Matrix bzw. am Schalter S2₈ unterbrochen, wie dies in Fig. 8 und Fig. 9 dargestellt ist. Im Fehlerfall wird das linke Signal über die 4×4 -Matrix zur Protection-line entsprechend Fig. 10 geführt.

[0069] Die 4×4 -Matrix schaltet während der fehlerfreien Zeit sowohl den an der Protection-Line anliegenden Low-Priority-Verkehr zum Ausgang P_{east-a} der Schnittstelle T, als auch umgekehrt den an der Schnittstelle T anliegenden Verkehr anliegenden Protection-Line Richtung Line-West,

siehe Fig. 8. Der Schalter S2₈ befindet sich dabei in der linken Schaltposition.

[0070] Da der Schalter S1₈ nur für die fehlerfreie Zustellung der Daten bei Anwendung des OMS-DPRing-Protokolls benötigt wird, kann dieser entfallen, falls dieses Verfahren nicht verwendet wird.

[0071] Die Schaltungsanordnung wie in Fig. 12 bis 15 beschrieben verwendet eine 4×4 -Matrix plus zwei Ein-/Ausschalter zur Realisierung eines Zwei-Faser-OPMs. Sie unterscheidet sich von der in Fig. 8 bis 11 beschriebenen Anordnung durch den Verzicht auf die Signalaufteilungsfunktion. Die beschriebene Anordnung erlaubt daher weder 1 + 1-Ersatzschaltungen, noch "Drop-and-Continue"-Funktionen.

[0072] Die von der Schnittstelle L kommenden Signale werden behandelt entsprechend der vorherigen Darstellung zu den Fig. 8 bis 11. Das von der Schnittstelle T kommende Signal W_{East-e} für OPM 1, sowie W_{West-e} für OPM 2 wird im fehlerfreien Fall und für den Fall einer "misconnection" über die 4×4 -Matrix direkt zur Working-Line geführt, wie dies in Fig. 12 und in Fig. 15 dargestellt ist. Im Fehlerfall führt die 4×4 -Matrix entsprechend Fig. 14 die Signale W_{West-e} sowie W_{East-e} zur Protection-Line. Während einer Through-Pass-Verbindung wird das von der Schnittstelle T kommende Signal P_e über die 4×4 -Matrix zum Schalter S2₁₁ geführt, so dass das Signal hier unterbrochen wird. In der Schaltung entsprechend der Fig. 12 bis 15 wird der Schalter S1₁₁ im Falle der fehlerhaften Zustellung der Daten bei Anwendung des OMS-DPRing-Protokolls benötigt. Auch hier kann auf den Schalter S1₁₁ verzichtet werden, falls dieses Verfahren nicht verwendet wird.

[0073] In der Schaltungsanordnung entsprechend Fig. 16 wird eine 8×8 -Matrix und zwei Ein-/Ausschalter zur Realisierung des Zwei-Faser-OPMs verwendet. Hier werden zwei gleichartige Zwei-Faser-OPMs zusammengefasst unter Verwendung einer 8×8 -Matrix anstelle zweier 4×4 -Matrizen. Dargestellt ist der fehlerfreie Fall mit Low-Priority-Verkehr.

[0074] Anhand Fig. 17 werden die Zustandsübergänge von Zwei-Faser-OPMs im Verbund beschrieben. Die Through-Pass-Funktionalität wird mit Hilfe einer Brücke B1, B2 realisiert.

[0075] Bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 18 wird eine Zwei-Faser-OPM-Realisierung verwendet, die mit einer Brücke B1, B2 zwischen dem Ein- und Ausgang P zur Realisierung der Through-Pass-Verbindung bestückt wird. Diese Lösung erlaubt keinen Low-Priority-Verkehr. Im Through-Pass-Fall wird das an OPM 1 in P_{east-c} anliegende Signal über den Schalter S1₁₈ in der mittleren Schaltposition sowie über den Ausgang der Brücke W 1 zum Eingang des Moduls OPM 2 geleitet. Dieses führt das Signal über den Schalter S2₁₈ in der linken Schaltposition wieder zum an der Schnittstelle L liegenden Ausgang P_{west-a} zurück. Der Signalfluss des an P_{west-e} anliegenden Signals erfolgt entsprechend.

[0076] Statt des anhand Fig. 18 beschriebenen Moduls kann die in Fig. 19 dargestellte Realisierung verwendet werden. Dabei entfällt die Through-Pass-Verbindung.

[0077] Statt des anhand Fig. 18 dargestellten Moduls kann auch das in Fig. 20 dargestellte Modul verwendet werden. Das Modul entspricht der Anhand der Fig. 6 und 7 beschriebenen OPM-Realisierung mit zwei Splittern und Schaltern.

[0078] Anhand der Fig. 21 bis 25 wird ein Verbund von Zwei-Faser-OPMs betrachtet, wobei der einzelne OPM weder eine integrierte Through-Pass-Verbindungs-Funktion, noch Low-Priority-Traffic-Funktionen umfasst. Die OPMs beherrschen nur die Zustandsübergänge, wie sie anhand der Fig. 6, 8, sowie 9 illustriert wurden inklusive der Signalauf-

bereitungsfunktion. Dies bedeutet, dass zwar der Verbund die Through-Pass-Verbindung entsprechend **Fig. 7** beherrscht, das einzelne OPM diese Verbindung jedoch nicht herstellen kann. Die **Fig. 24** und **25** illustrieren geeignete Realisierungen des OPMs zur Verwendung innerhalb des Verbundes, falls kein Low-Priority-Verkehr berücksichtigt wird.

[0079] Zunächst wird anhand **Fig. 21** der prinzipielle Aufbau des Verbundes für Zwei-Faser-Optical-Ring-Protections mit Through-Pass-Verbindung dargestellt. Die Anordnung umfasst insgesamt vier Zwei-Faser-OPM, die mit OPM 1, OPM 2, OPM 3, sowie OPM 4 bezeichnet sind. An dem OPM 3 sind zwei Messpunkte M 3.3 sowie M 3.4 angeordnet. Entsprechend sind an OPM 4 zwei Messpunkte M 4.3 sowie M 4.4 angeordnet. Mit Hilfe der Messpunkte kann die Signalqualität der beiden einlaufenden Signale gemessen werden und in Verbindung mit dem OCH-SPRing, OMS-DPRing, bzw. OCH-DPRing-Protokoll das Schalten von OPM 3 sowie OPM 4 veranlasst werden. Die beiden Module OPM 1 und OPM 2 dienen lediglich der Realisierung der Through-Pass-Verbindungen. Nachfolgend werden die Signalübergänge, die im Zusammenhang mit dem Modul OPM 3 stehen, beschrieben. Signalübergänge, die im Zusammenhang mit Modul OPM 4 stehen, verlaufen entsprechend. Wie in **Fig. 22** dargestellt wird im fehlerfreien Fall das Signal der Working-Line über das Modul OPM 3 direkt zum Ausgang der Schnittstelle T, entsprechend dem unteren Pfad, geführt. Im Fehlerfall wird das Signal der Protection-Line East über den Leistungsteiler von OPM 2 und den Selector von OPM 3 zum Ausgang der Schnittstelle T geführt. Das Signal der Working-Line-West wird im Modul OPM 3 unterbrochen. Die Through-Pass-Verbindungen werden wie in **Fig. 22** dargestellt mittels der Module OPM 1 und OPM 2 realisiert. Das in der Protection-Line East anliegende Signal wird über den oberen Pfad des Leistungsteilers von OPM 2 zu OPM 1 geführt. OPM 1 schaltet den oberen Pfad des Selectors, um das Signal zur Schnittstelle L der Line-East weiterzuleiten. In entsprechender Weise wird das an der Protection-Line-West anliegende Signal behandelt. Das von der Schnittstelle T kommende Signal wird im Modul OPM 3 auf zwei optische Kanäle aufgeteilt. Im fehlerfreien Fall führt das rechte Signal direkt zur Working-Line, während das linke Signal in OPM 2 unterbrochen wird. Im Fehlerfall führt Modul OPM 2 das von OPM 3 kommende Signal zur Protection-Line-East. Dies führt gleichzeitig zur Unterbrechung der Through-Pass-Verbindung der Protection-Line-West zur Protection-Line-East. Low-Priority-Verkehr kann im fehlerfreien Fall wie in **Fig. 26** dargestellt, genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist die Verwendung eines erweiterten Zwei-Faser-OPMs wie anhand der **Fig. 18, 19**, sowie **20** beschrieben. Das von der Schnittstelle L kommende Signal wird in diesem Fall über OPM 3 zum Low-Priority-Ausgang geleitet und das am Eingang anliegende Signal über OPM 3 und OPM 2 zur Protection-Line geführt.

[0080] **Fig. 26** illustriert eine Realisierung eines OPMs bei einem Verbund mit Low-Priority-Verkehr. OPM 3 und OPM 4 sind dabei so ausgeführt, dass diese Low-Priority-Verkehr zulassen. Ein derartiges OPM ist in **Fig. 27** dargestellt. Alternativ kann auch die doppelte Splitterlösung entsprechend **Fig. 20** verwendet werden.

[0081] Nachfolgend wird eine "Drop-and-Continue"-Konfiguration mit Hilfe der zuvor dargestellten Schaltungselemente beschrieben.

[0082] **Fig. 28** zeigt als Beispiel den geschützten Übergang von Verkehr zwischen zwei Ringen. Der optische Kanal von optischen "Add-and-Drop"-Modulen OADM 1 zu OADM 8 ist für beide Übertragungsrichtungen fett dargestellt. Für Ausfälle innerhalb der Ringe sind die Ersatzka-

näle OADM 1-4-3 in Ring 1, bzw. OADM 6-10-9-8 in Ring 2 vorgesehen. Ausfälle in OADM 3, OADM 6 oder auf dem Übergang U sind durch "Drop-and-Continue" geschützt, das in den OADMs 3, 4, 6, sowie 10 konfiguriert ist. Die "Drop-and-Continue-Funktion" kann für OADM 3, 4, 6 und 10 entsprechend der in **Fig. 29** dargestellten Schaltungsanordnung gelöst werden.

[0083] Nachfolgend wird die Funktionsweise des in **Fig. 29** dargestellten OADM 3 beispielhaft dargestellt. Das von OADM 2 kommende Signal wird mit einem "Drop"-Modul in zwei gleiche Signale aufgespalten und über die Schnittstelle T zum Splitter SP geführt, wo es wiederum auf zwei optische Kanäle aufgeteilt wird. Der linke Kanal wird zur 15 ursprünglichen Line zurückgeführt, der rechte Kanal wird über den Schalter S 2 in der linken Schaltposition und die Schnittstelle L aus dem Modul und zurück zum Messpunkt M 3 und den Schalter S 1 geführt. Das von OADM 4 kommende Signal wird durch ein Drop-Element ebenfalls aufgeteilt und über Messpunkt M 4 an den Schalter S 1 geführt. An den Messpunkten M 3 und M 4 wird wie zuvor bereits 20 dargestellt die Signalqualität der beiden einlaufenden Wellenlängensignale gemessen und mit Hilfe dieser Messwerte gegebenenfalls das Schalten des Schalters S 1 veranlasst. Das von OADM 6 kommende Signal geht unmittelbar zum 25 "Add-Drop-Multiplexer" geführt.

[0084] **Fig. 30** zeigt als Beispiel den geschützten Übergang von Verkehr zwischen zwei Ringen, die gemeinsame Schutzzringe auf der optischen Multiplex-Ebene für die Ersatzschaltung nutzen. Nachfolgend wird das Verknüpfungsprinzip von Knoten A anhand der Schaltungsanordnung in **Fig. 15** erläutert. Das Verknüpfungsprinzip für Knoten B ist entsprechend. Das vom Knoten E kommende Signal wird ausgetrennt und über die Schnittstelle T zum Splitter SP geführt und dort auf zwei optische Kanäle aufgeteilt. Der linke Kanal wird zur 30 ursprünglichen Line zurückgeführt, der rechte Kanal über den Schalter SO in der linken Schaltposition und der Schnittstelle L zum Knoten B geführt. Die Signalqualität wird in Messpunkten M 3 und M 4 geprüft. Anhand der Messung wird gegebenenfalls das Schalten von S 1 veranlasst. Das durchgeschaltete Signal wird über die Schnittstelle T und das "Add-and-Drop-Modul" zum Knoten E geführt.

Patentansprüche

1. Optisches Protection-Modul mit mindestens einem Working-Line-Signaleingang (W_e) und mindestens einem Protection-Line-Signaleingang (P_e), mindestens einem Working-Line-Signalausgang (W_a), mindestens einem Protection-Line-Signalausgang (P_a), mindestens einem Working-Tributary-Signaleingang (W_t), mindestens einem Working-Tributary-Signalausgang (W_a), mindestens einem Protection-Tributary-Signaleingang (P_t), sowie mindestens einem Protection-Tributary-Signalausgang (P_a), dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Line-Signaleingänge (W_e , P_e) mit mindestens einem Teil der Line-Signalausgänge (W_a , P_a) direkt verbindbar ist.
2. Optisches Protection-Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Protection-Line-Signaleingang (P_e) mit dem Protection-Line-Signalausgang (P_a) line-seitig verbindbar ist.
3. Optisches Protection-Modul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Working-Line-Signaleingang (W_{west-e}), ein zweiter Working-Line-Signaleingang (W_{east-e}), ein erster Protection-Line-Signaleingang (P_{west-e}), ein zweiter Protection-Line-Signaleingang (P_{east-e}), ein erster Working-Line-

Signaleingang ($W_{\text{west-a}}$), ein zweiter Working-Line-Signaleingang ($W_{\text{east-a}}$), ein erster Protection-Line-Signaleingang ($P_{\text{west-a}}$), ein zweiter Protection-Line-Signaleingang ($P_{\text{east-a}}$), ein erster Working-Tributary-Signaleingang ($W_{\text{east-e}}$), ein zweiter Working-Tributary-Signaleingang ($W_{\text{east-e}}$), ein erster Working-Tributary-Signaleingang ($W_{\text{west-a}}$), ein zweiter Working-Tributary-Signaleingang ($W_{\text{west-a}}$), ein erster Protection-Tributary-Signaleingang ($P_{\text{west-e}}$), ein zweiter Protection-Tributary-Signaleingang ($P_{\text{east-e}}$), ein erster Protection-Tributary-Signaleingang ($P_{\text{west-a}}$), ein zweiter Protection-Tributary-Signaleingang ($P_{\text{east-a}}$), ein erster Protection-Tributary-Signaleingang ($P_{\text{west-e}}$), ein zweiter Protection-Tributary-Signaleingang ($P_{\text{east-e}}$) vorhanden sind. 5
 4. Optisches Protection-Modul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß nur der zweite Protection-Line-Signaleingang ($P_{\text{east-e}}$) mit dem ersten Protection-Line-Signalausgang ($P_{\text{east-a}}$) und der erste Protection-Line-Signaleingang ($P_{\text{west-e}}$) mit dem zweiten Protection-Line-Signalausgang ($P_{\text{east-a}}$) line-seitig verbindbar ist. 10
 5. Optisches Protection-Modul nach einem der Patentanspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß tributary-seitig die ersten und zweiten Protection-Tributary-Signalein-/ausgänge ($P_{\text{west-e}}$, $P_{\text{east-e}}$, $P_{\text{west-a}}$, $P_{\text{east-a}}$) abtrennbar sind. 15
 6. Optisches Protection-Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dieses zwei gleichartige optische Protection-Module (Zwei-Faser-Protection-Module OPM 1, OPM 2) umfasst. 20
 7. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul zur Verwendung in einem optischen Protection-Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der linearseitige Eingang (P_{e}) mit dem linearseitigen Ausgang (P_{a}) verbindbar ist, 25
 der linearseitige Eingang (P_{e}) mit dem tributary-seitigen Ausgang (W_{a}) verbindbar ist, 30
 der tributary-seitige Eingang (W_{e}) mit dem linearseitigen Ausgang (P_{a}) verbindbar ist, 35
 die Verbindung des linearseitigen Eingangs (W_{e}) zum tributary-seitigen Ausgang (W_{a}) auftrennbar ist, 40
 die Verbindung des line-seitigen Eingangs (P_{e}) zum tributary-seitigen Ausgang (P_{a}) auftrennbar ist, 45
 die Verbindung des tributary-seitigen Eingangs (P_{e}) zum line-seitigen Ausgang (P_{a}) auftrennbar ist. 50
 8. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1, OPM 2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß an der line-seitigen Schnittstelle (L) der Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) über einen ersten optischen Schalter (S_{33}) auftrennbar ist, der an der line-seitigen Schnittstelle (L) gelegene Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) über einen zweiten optischen Schalter (S_{43}) auftrennbar ist und der an der line-seitigen Schnittstelle (L) gelegene Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) mit dem an der line-seitigen Schnittstelle (L) gelegenen Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) über 55
 die optischen Schalter (S_{33} , S_{43}) direkt miteinander verbindbar ist und daß der an der line-seitigen Schnittstelle (L) gelegene Working-Line-Signaleingang (W_{e}) mittels eines dritten optischen Schalters (S_{13}) auftrennbar ist, der an der line-seitigen Schnittstelle (L) gelegene Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) über den dritten optischen Schalter (S_{13}) auf den Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) legbar ist, daß der an der tributary-seitigen Schnittstelle (T) gelegene Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) über einen vierten optischen Schalter (S_{23}) auf den Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) sowie über einen Splitter (SP_3) auf den Working-Line-Si- 60
 65

gnalausgang (W_{a}) bzw. Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) legbar ist. 9. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Splitter (SP) durch einen optischen Schalter ersetzt ist. 10. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1, OPM 2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß an der line-seitigen Schnittstelle (L) der Working-Line-Signaleingang (W_{e}) sowie der Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) über einen ersten optischen Schalter (S_{15}) auftrennbar sind, an der line-seitigen Schnittstelle (L) der Working-Line-Signalausgang (W_{a}) und der Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) über einen zweiten optischen Schalter (S_{25}) auftrennbar sind und der Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) und der Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) über die beiden Schalter (S_{15} , S_{25}) verbindbar sind. 11. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1, OPM 2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß dieses eine 4×4 -Matrix umfasst, die an der line-seitigen Schnittstelle (L) den Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) mit dem Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) verbinden kann sowie an der tributary-seitigen Schnittstelle (T) den Protection-Tributary-Signaleingang (P_{e}) mit dem Protection-Tributary-Signalausgang (P_{a}) verbinden kann. 12. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1, OPM 2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß dieses eine 4×4 -Matrix umfasst, die den Working-Line-Signaleingang (W_{e}) der line-seitigen Schnittstelle (L) mit dem Protection-Tributary-Signalausgang (P_{a}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T), sowie den Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) der line-seitigen Schnittstelle (L) mit dem Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) verbinden kann. 13. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1, OPM 2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß dieses eine 4×4 -Matrix umfasst, die den Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) mit dem Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) verbinden kann, sowie mittels eines Splitters (SP_8) den Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) zusätzlich auf den Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) legen kann. 14. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1, OPM 2) nach einem der Ansprüche 7, 8, 11, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß dieses eine 4×4 -Matrix umfasst, die den Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) der line-seitigen Schnittstelle (L) mit dem Protection-Tributary-Signalausgang (P_{a}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T), sowie den Protection-Line-Signaleingang (P_{e}) der line-seitigen Schnittstelle (L) mit dem Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) verbinden kann und dass die 4×4 -Matrix den Protection-Line-Signalausgang (P_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) mit dem Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) verbinden kann, sowie mittels eines Splitters (SP_8) den Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) zusätzlich auf den Working-Line-Signalausgang (W_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) legen kann. 15. Optisches Protection-Modul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dieses eine 8×8 Matrix umfasst und das der erste und weitere Working-Line- 60

Signaleingang ($W'_{\text{west-e}}$ und $W'_{\text{east-e}}$) vor dem Eingang der 8×8 Matrix und der erste und zweite Protection-Line-Signalausgang Ausgänge ($P'_{\text{west-a}}$ und $P'_{\text{east-a}}$) nach dem Ausgang der 8×8 Matrix auftrennbar sind. 5

16. Optisches Protection-Modul nach Anspruch 2 umfassend zwei Optische Zwei-Faser-Protection-Module (OPM 1, OPM 2) nach einem der Ansprüche 7, 8, 11, 12 oder 13, wobei das Optische Protection-Modul tributary-seitig über eine Schnittstelle (TV) und line-seitig über eine Schnittstelle (LV) verfügt und die optischen Zwei-Faser-Protection-Module (OPM 1, OPM 2) über je eine line-seitige Schnittstelle (L) und eine tributary-seitige Schnittstelle (T) verfügen, dadurch gekennzeichnet, daß korrespondierende Ein-/Ausgänge über unterschiedliche optische Zwei-Faser-Protection-Module (OPM 1, OPM 2) geführt sind. 10

17. Optisches Protection-Modul nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die LV-seitigen Eingänge ($W'_{\text{west-e}}$ und $P'_{\text{east-e}}$) über ein erstes optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1) zu den TV-seitigen Ausgängen ($W'_{\text{west-a}}$ und $P'_{\text{east-a}}$) sowie die LV-seitigen Eingänge ($W'_{\text{east-e}}$ und $P'_{\text{west-e}}$) über ein zweites optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 2) zu den TV-seitigen Ausgängen ($W'_{\text{east-a}}$ und $P'_{\text{west-a}}$) geführt sind und daß die TV-seitigen Eingänge ($P'_{\text{west-e}}$ und $W'_{\text{east-e}}$) über das erste optische Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1) zu den LV-seitigen Ausgängen ($P'_{\text{west-a}}$ und $W'_{\text{east-a}}$) sowie die TV-seitigen Eingänge ($P'_{\text{east-e}}$ und $W'_{\text{west-e}}$) über das zweite optische Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 2) zu den LV-seitigen Ausgängen ($P'_{\text{east-a}}$ und $W'_{\text{west-a}}$) geführt sind. 20

18. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1, OPM 2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß an der line-seitigen Schnittstelle (L) der Working-Line-Signaleingang (W'_{e}) über einen ersten optischen Schalter ($S1_6$) auftrennbar ist, der Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) über einen Splitter (SP_6) sowie einen dritten Schalter ($S3_6$) auf den Protection-Line-Signalausgang (P'_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) legbar ist, an der line-seitigen Schnittstelle (L) der Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}) über einen zweiten optischen Schalter ($S2_6$) auftrennbar und wahlweise über einen Koppler (K_6) auf den Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) oder über den dritten Schalter ($S3_6$) auf den Protection-Line-Signalausgang (P'_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) legbar ist. 35

19. Optisches Zwei-Faser-Protection-Modul (OPM 1, OPM 2) umfassend mindestens einen Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}), einen Protection-Line-Signalausgang (P'_{a}), einen Working-Line-Signaleingang (W'_{e}) und einen Working-Line-Signalausgang (W'_{a}) an einer line-seitigen Schnittstelle (L) sowie einen Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) und einen Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) an einer tributary-seitigen Schnittstelle (T), dadurch gekennzeichnet, daß an der line-seitigen Schnittstelle (L) der Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}) und der Working-Line-Signaleingang (W'_{e}) auftrennbar sind und der Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}) über einen Koppler K_6 auf den Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) legbar ist, daß der Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) über einen Splitter (SP_2_6) auf den Protection-Line-Signalausgang (P'_{a}) und den Working-Line-Signalausgang (W'_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) führbar sind und daß der Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}) 40

50

55

60

65

der line-seitigen Schnittstelle (L) über die Schalter ($S2_6$; $S3_6$) auf den Protection-Line-Signalausgang (P'_{a}) geführt werden kann. 5

20. Optisches Protection-Modul umfassend mindestens einen Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}), einen Protection-Line-Signalausgang (P'_{a}), einen Working-Line-Signaleingang (W'_{e}) und einen Working-Line-Signalausgang (W'_{a}) an einer line-seitigen Schnittstelle (L) sowie einen Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) und einen Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) an einer tributary-seitigen Schnittstelle (T), dadurch gekennzeichnet, daß an der line-seitigen Schnittstelle (L) der Protection-Line-Signaleingang (P'_{a}) und der Working-Line-Signaleingang (W'_{e}) auftrennbar sind und der Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}) über einen Koppler $SP1_{26b}$ auf den Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) legbar ist, daß der Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) der tributary-seitigen Schnittstelle (T) über einen Splitter ($SP2_{26b}$) auf die Protection-Line-Signalausgang (P'_{a}) und Working-Line-Signalausgang (W'_{a}) der line-seitigen Schnittstelle (L) führbar ist. 10

21. Optisches Protection-Modul zur Verwendung in einem optischen Protection-Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}) mit dem Working-Tributary-Signalausgang (W_{a}) verbindbar ist, der Working-Tributary-Signaleingang (W_{e}) mit dem Protection-Line-Signalausgang (P'_{a}) und gleichzeitig mit dem Working-Line-Signalausgang (W'_{a}) verbindbar ist, die Verbindung des Protection-Line-Signaleingang (P'_{e}) zum Protection-Tributary-Signalausgang (P_{a}) auftrennbar ist. 25

22. Optisches Protection-Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dieses vier optische Protection-Module (OPM 1₂₇, OPM 2₂₇, OPM 3₂₇, OPM 4₂₇) nach Anspruch 20 oder 21 umfasst. 30

Hierzu 21 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 1

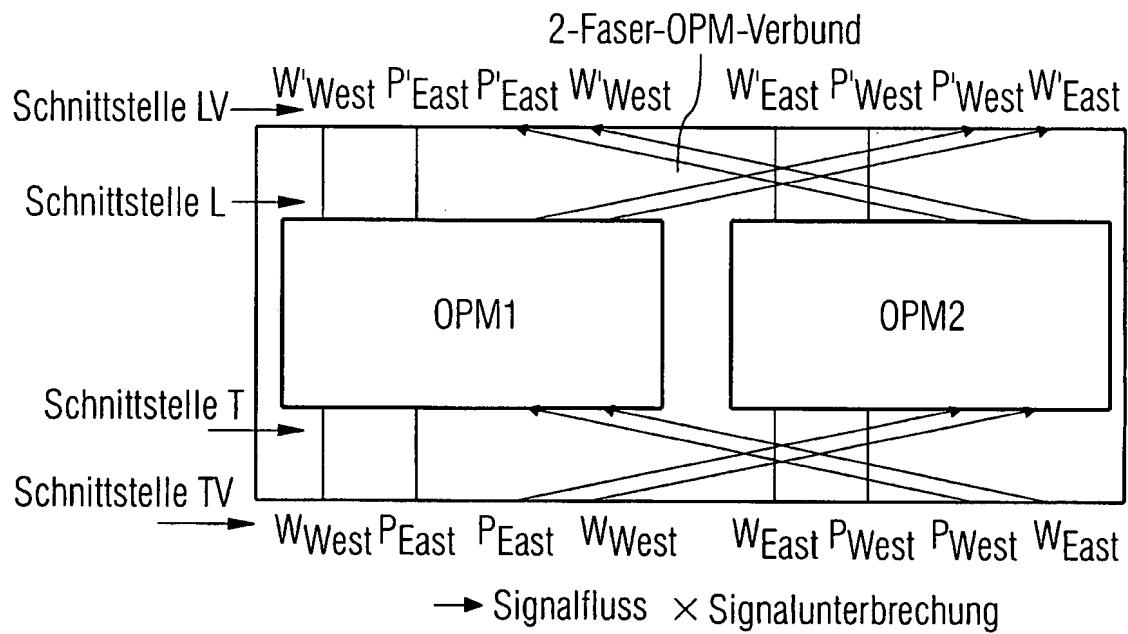
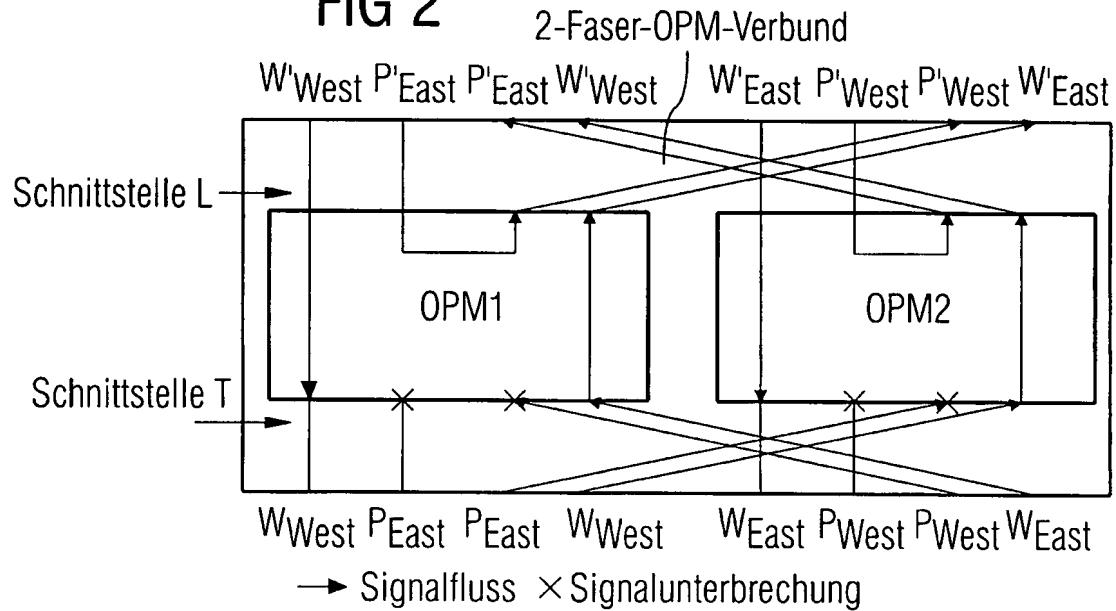


FIG 2



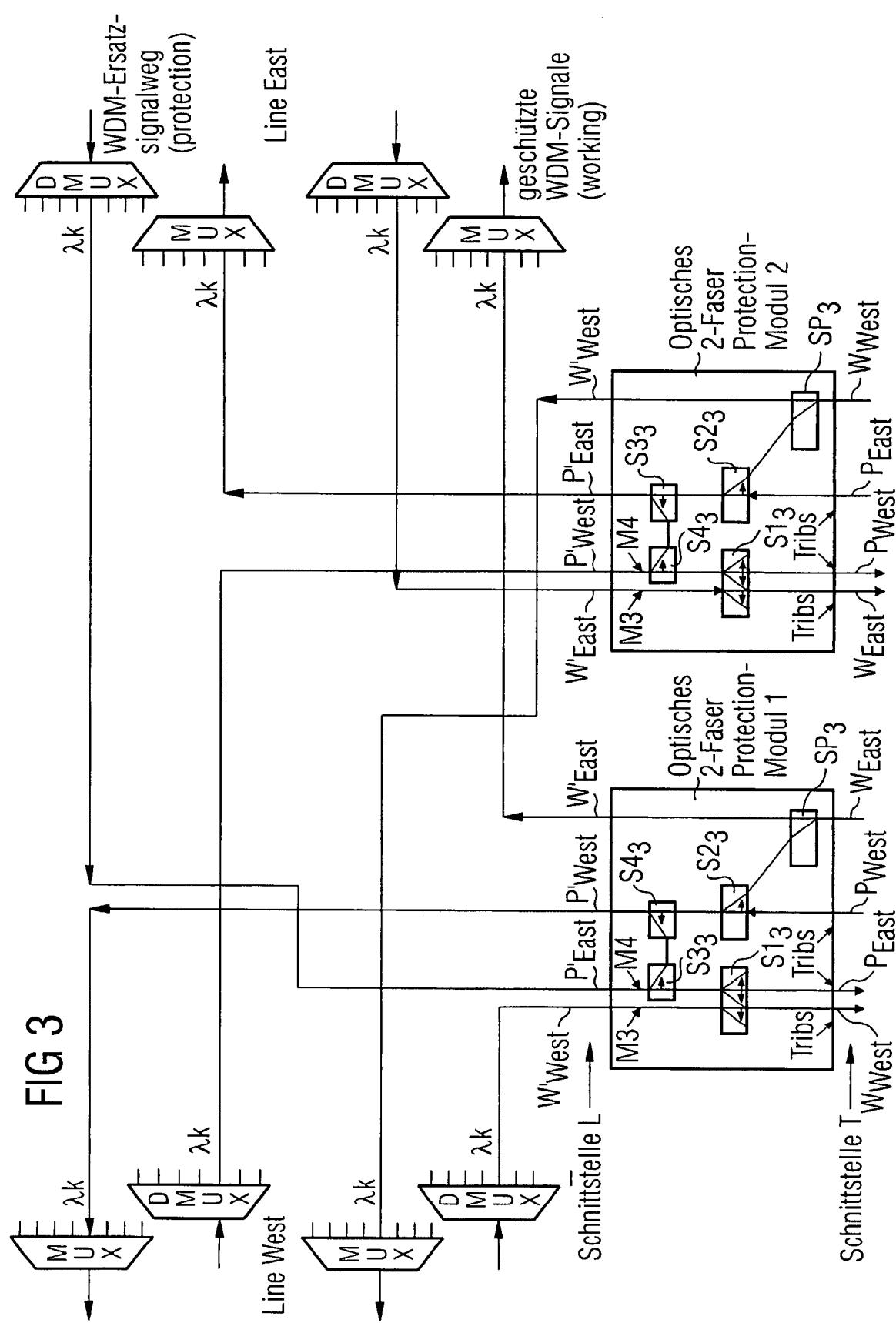


FIG 4

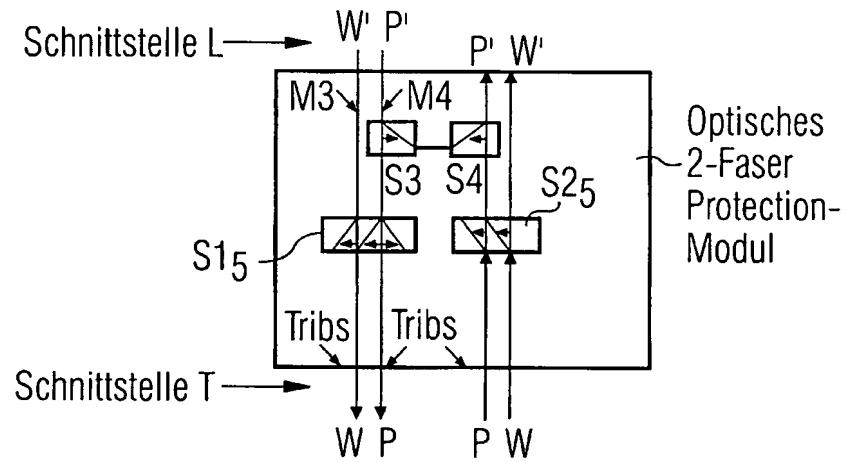


FIG 5

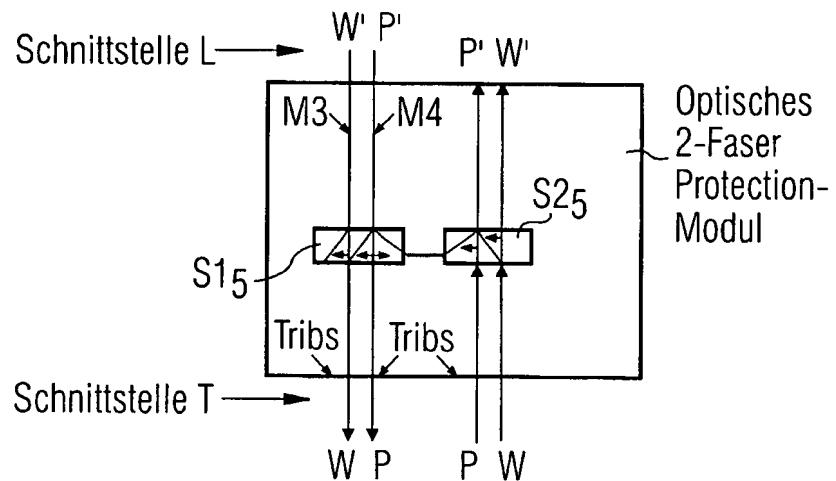


FIG 6

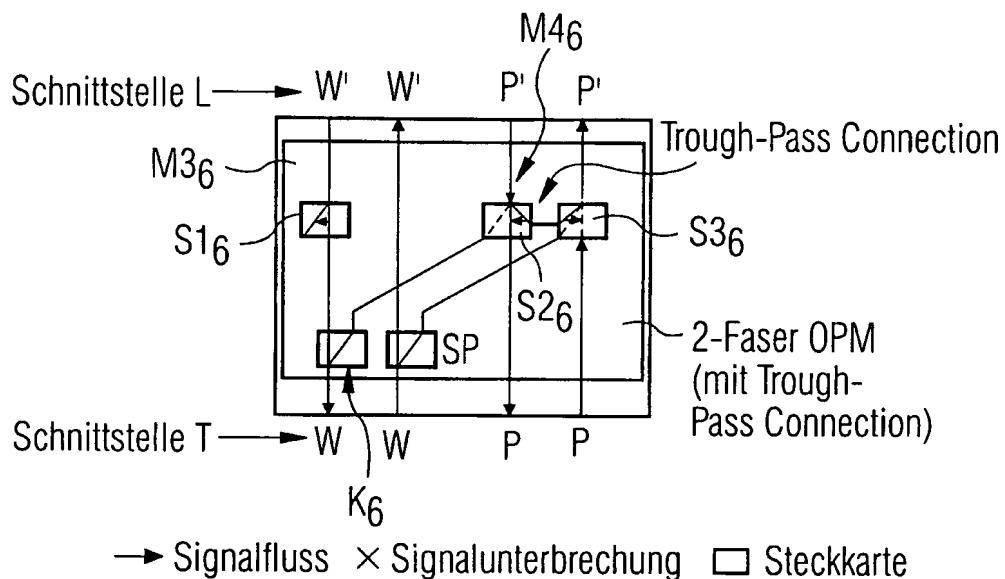
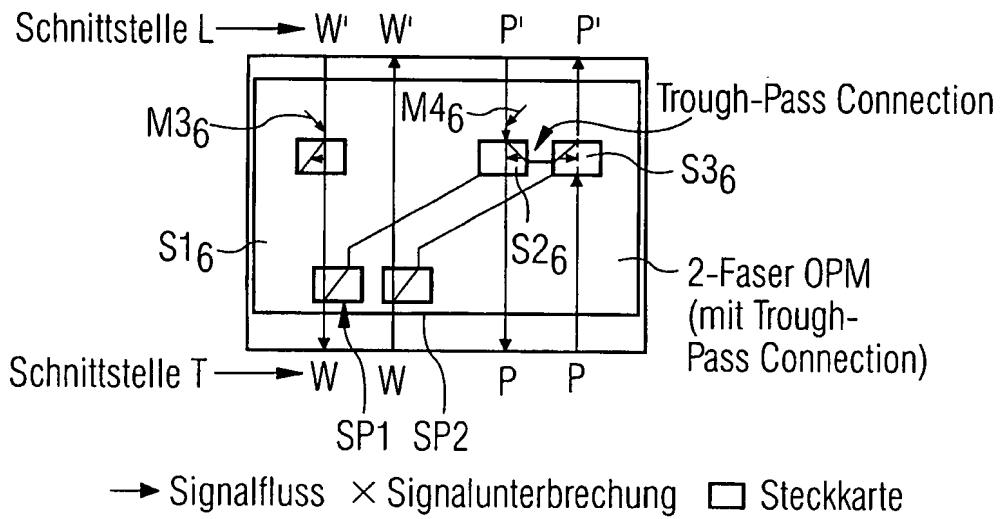


FIG 7



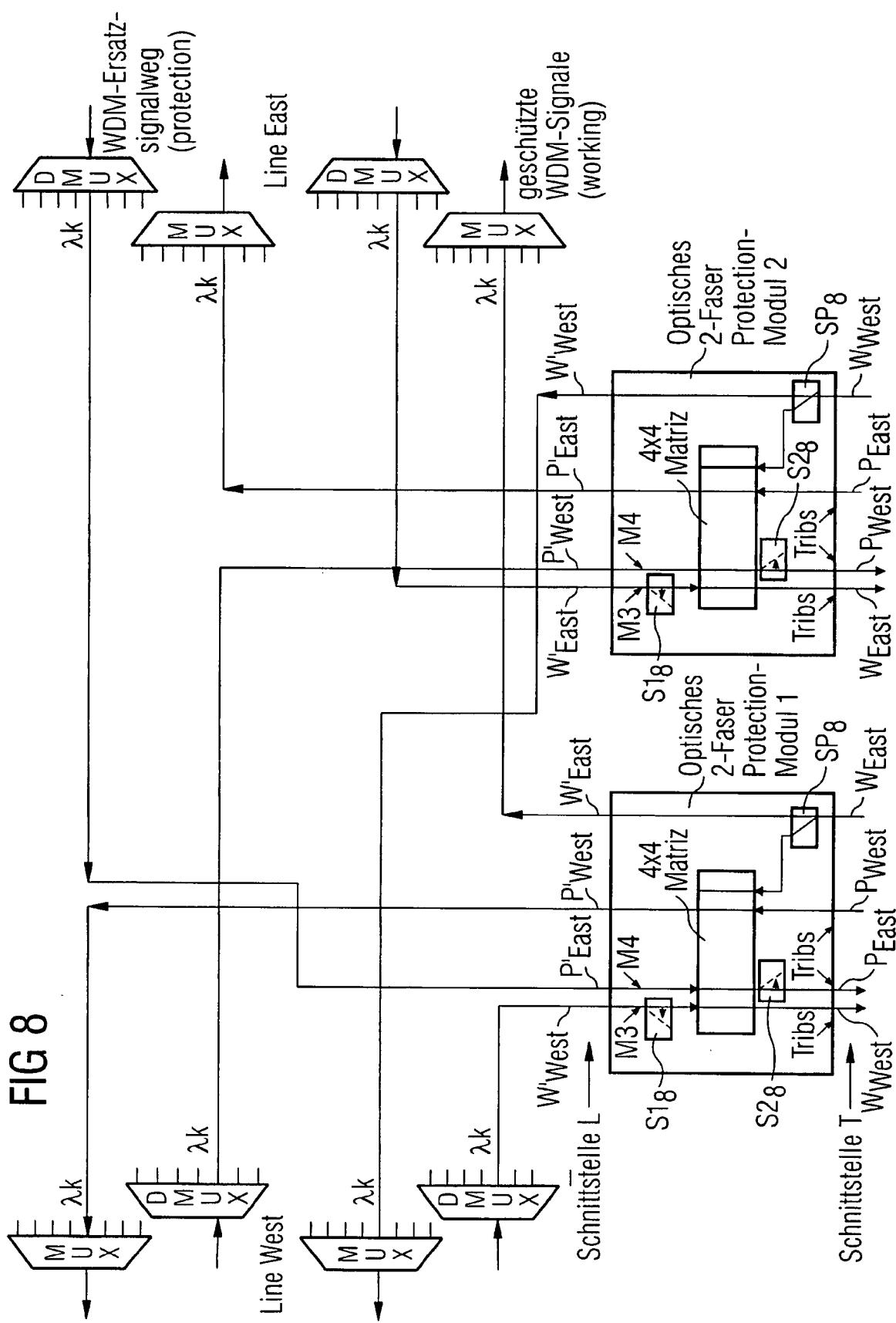
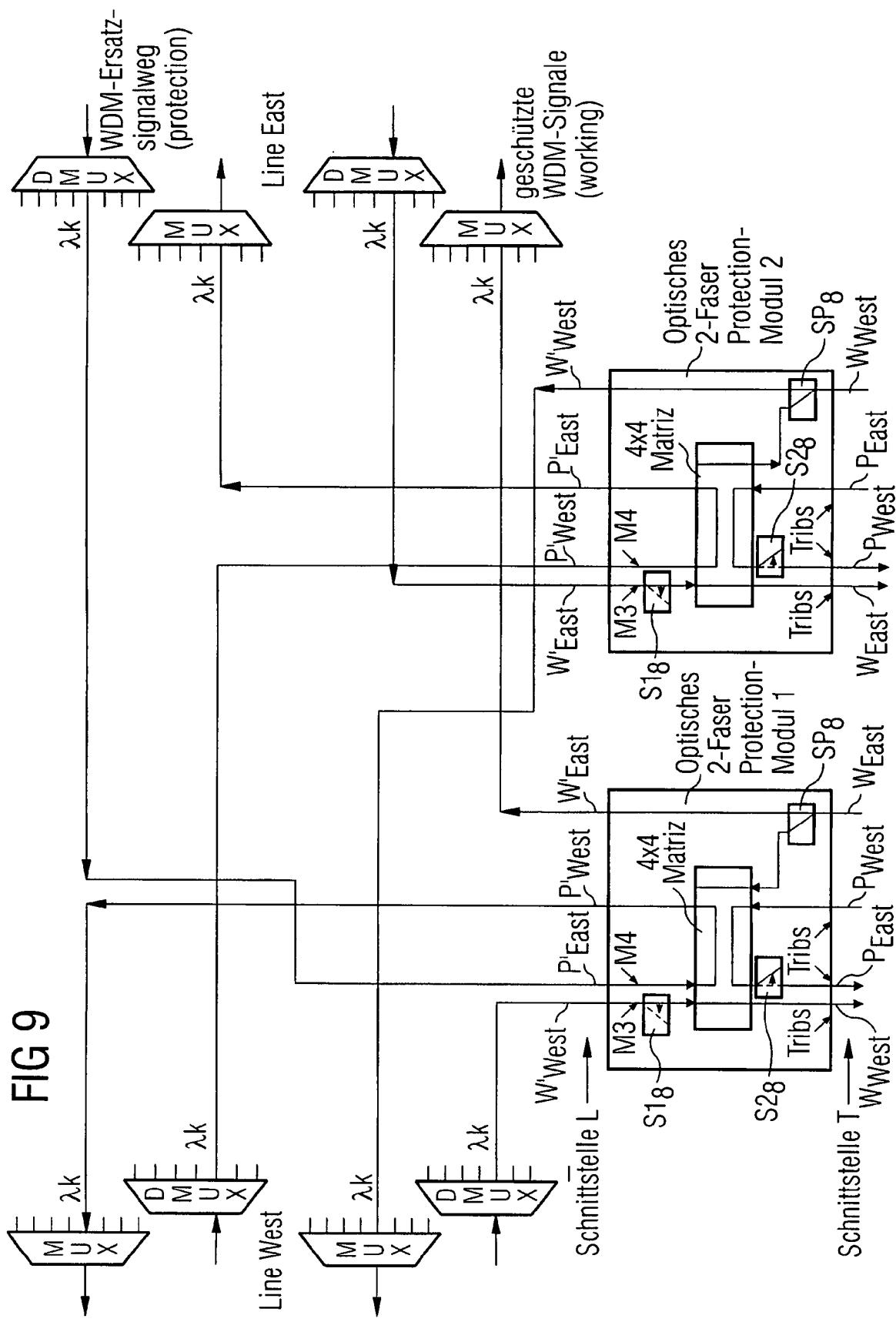
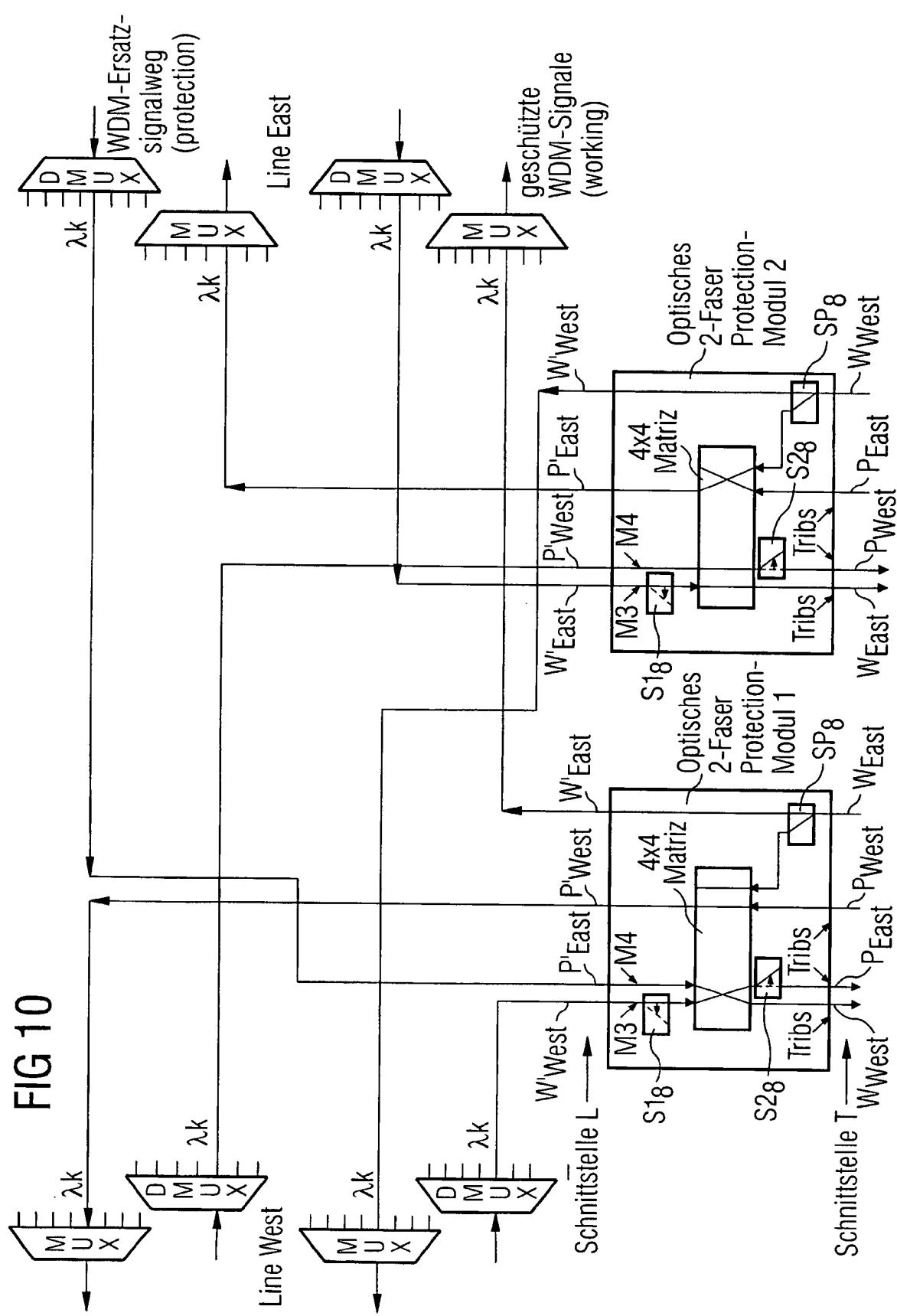


FIG 9





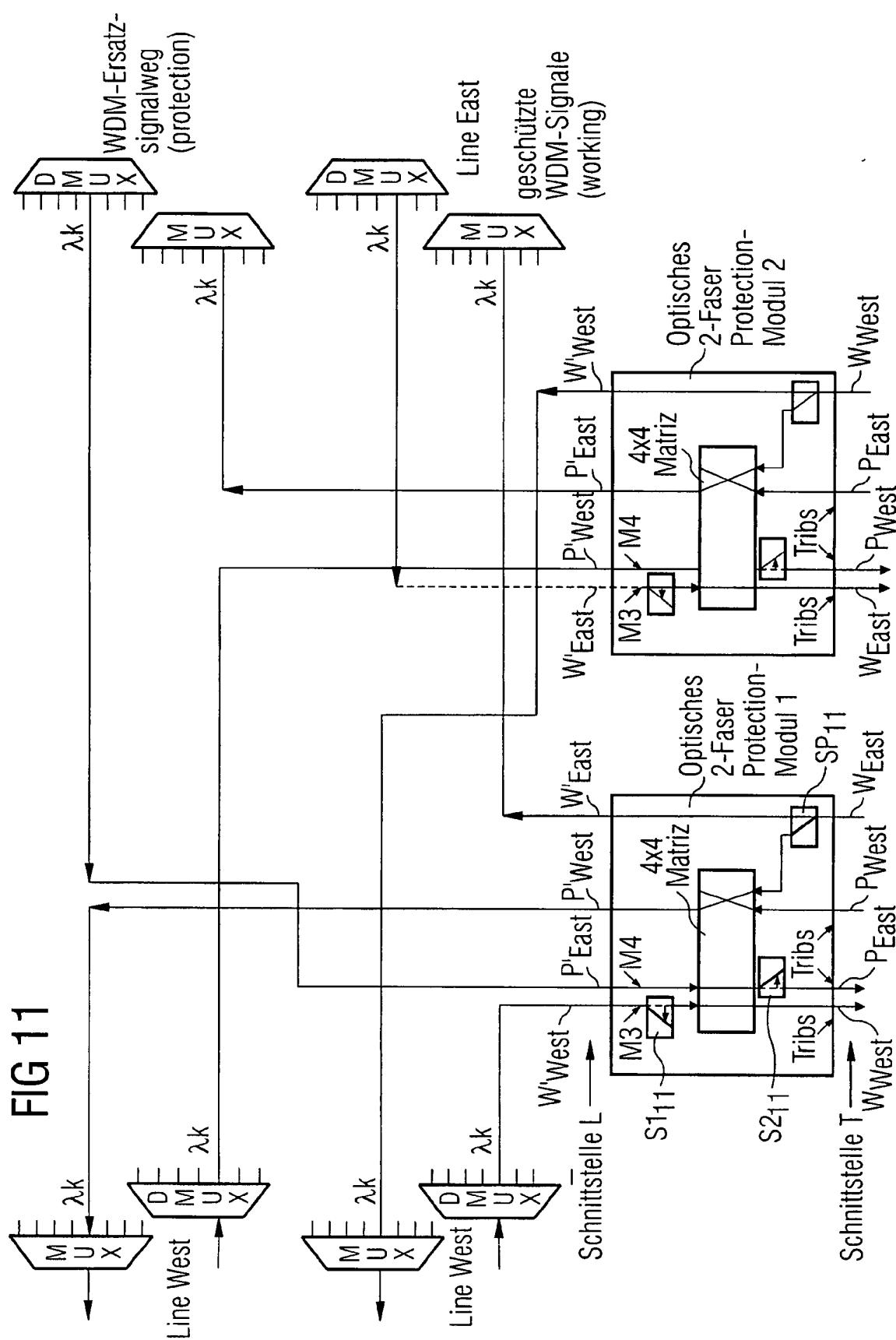
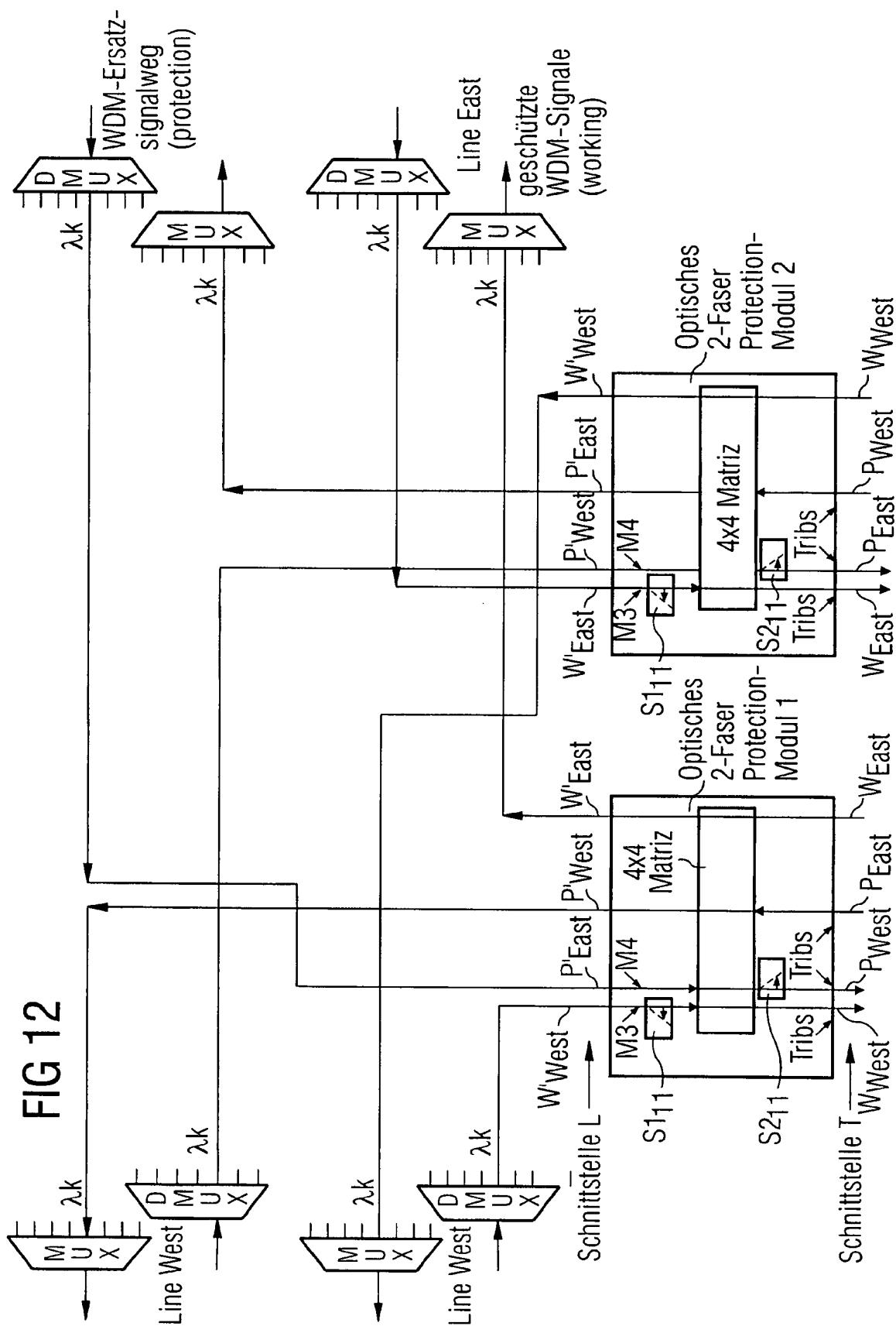


FIG 12



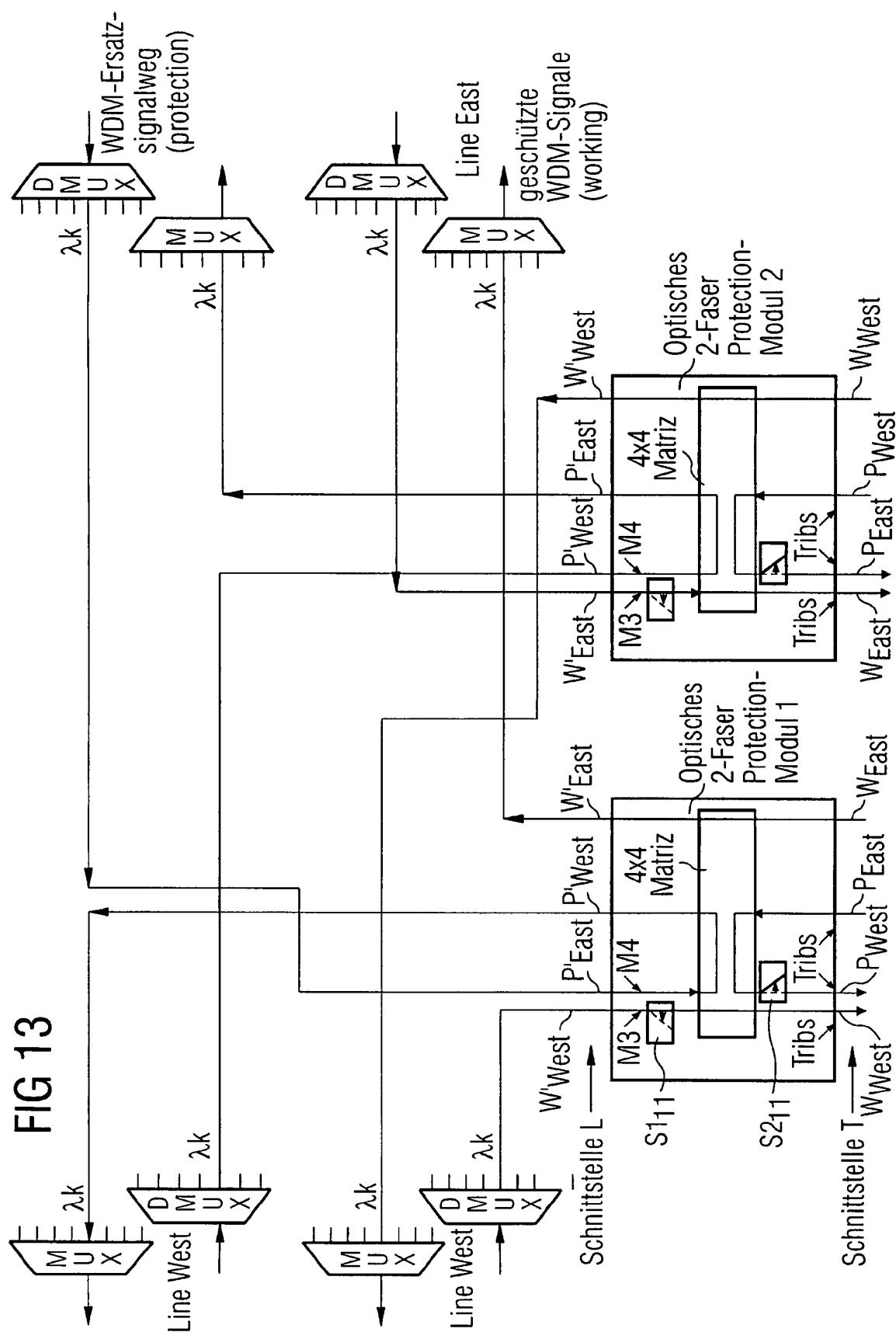
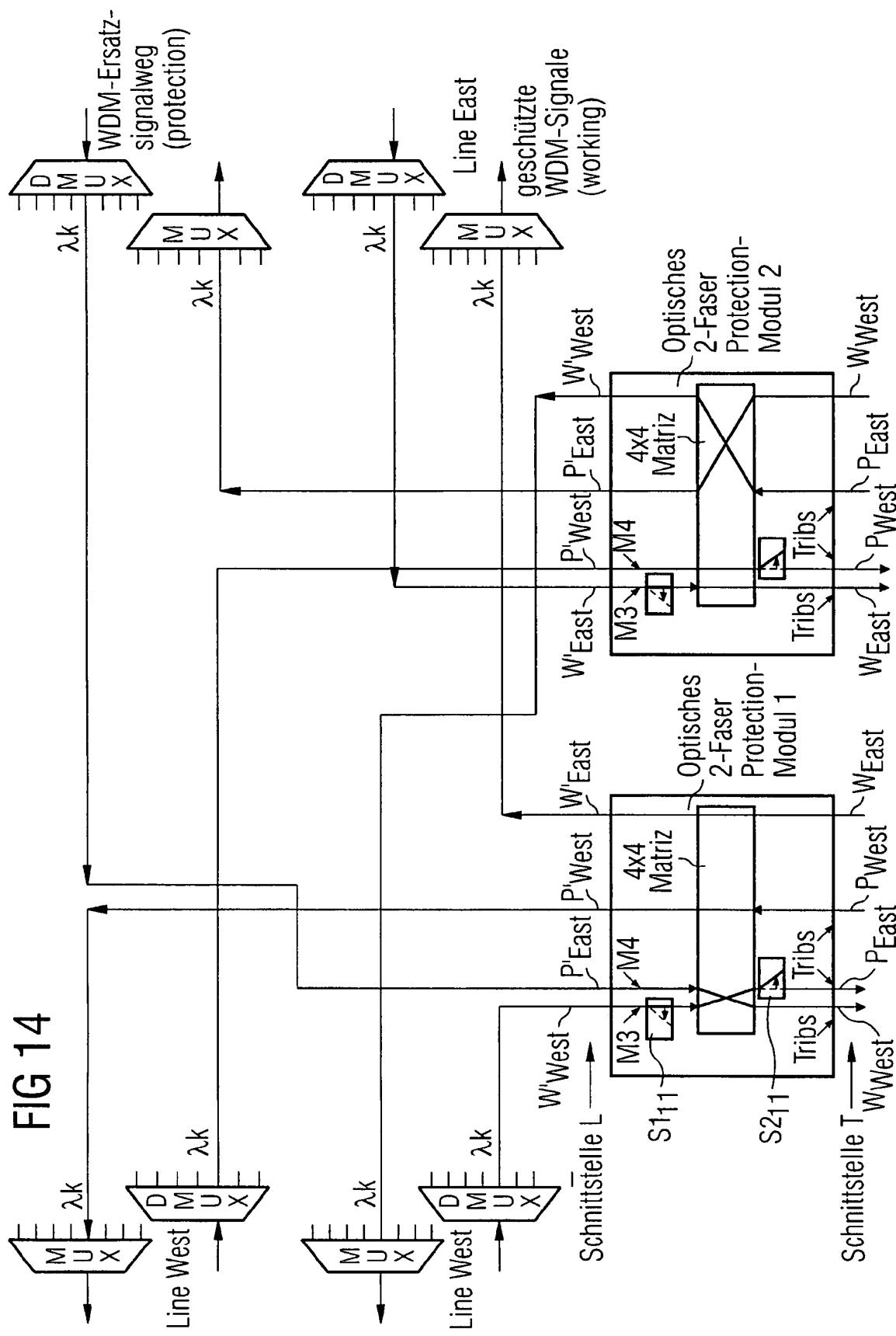


FIG 14



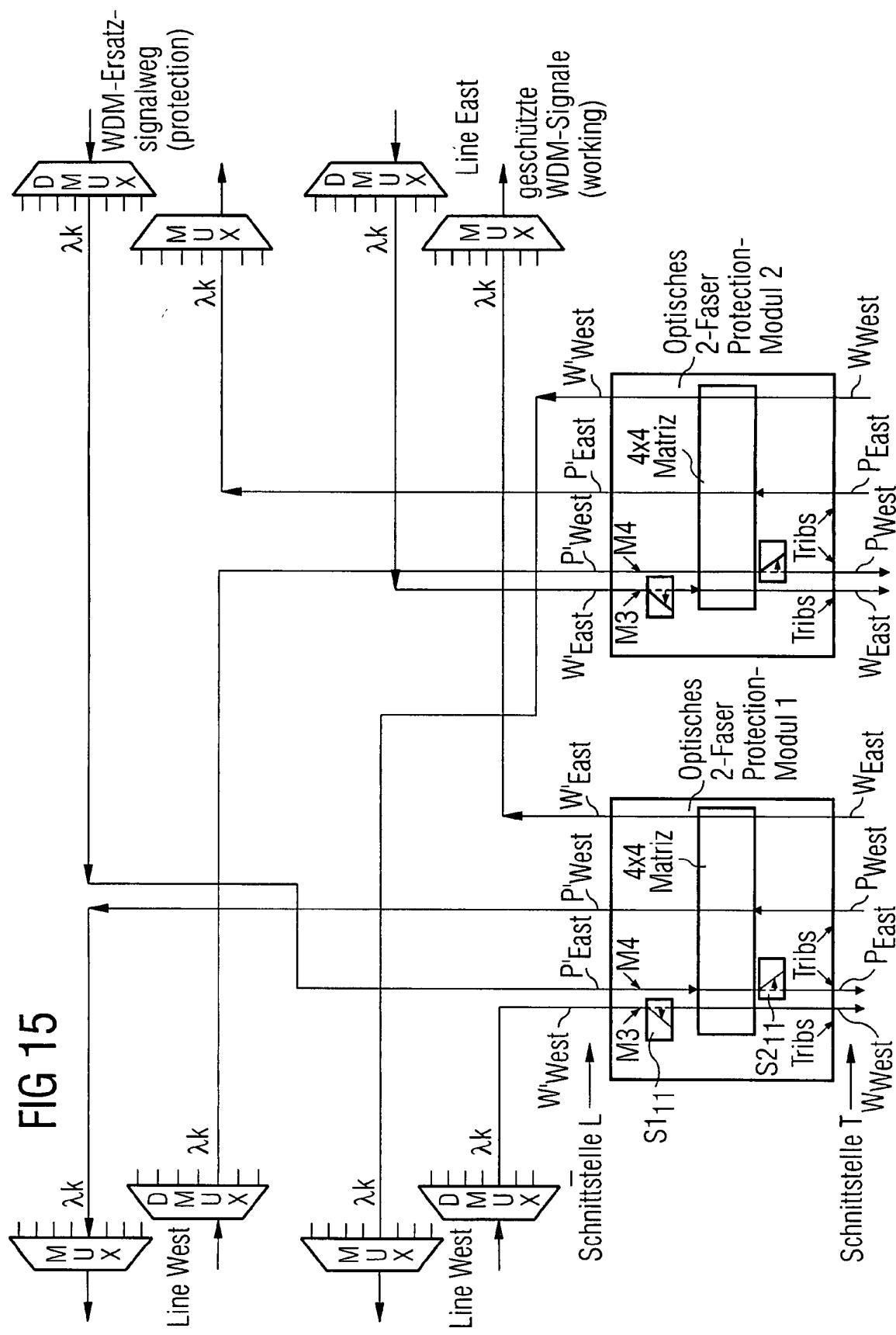


FIG 16

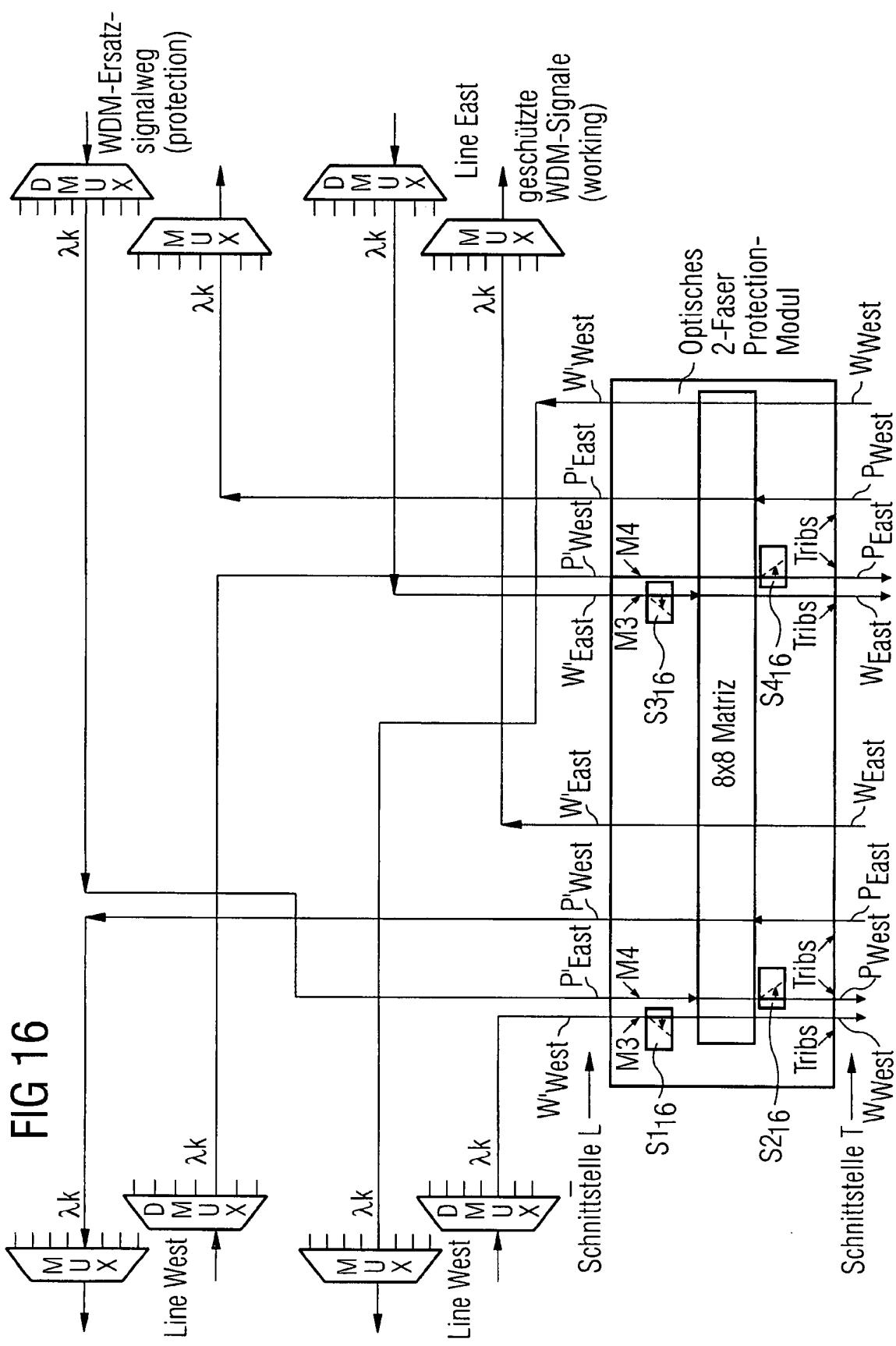
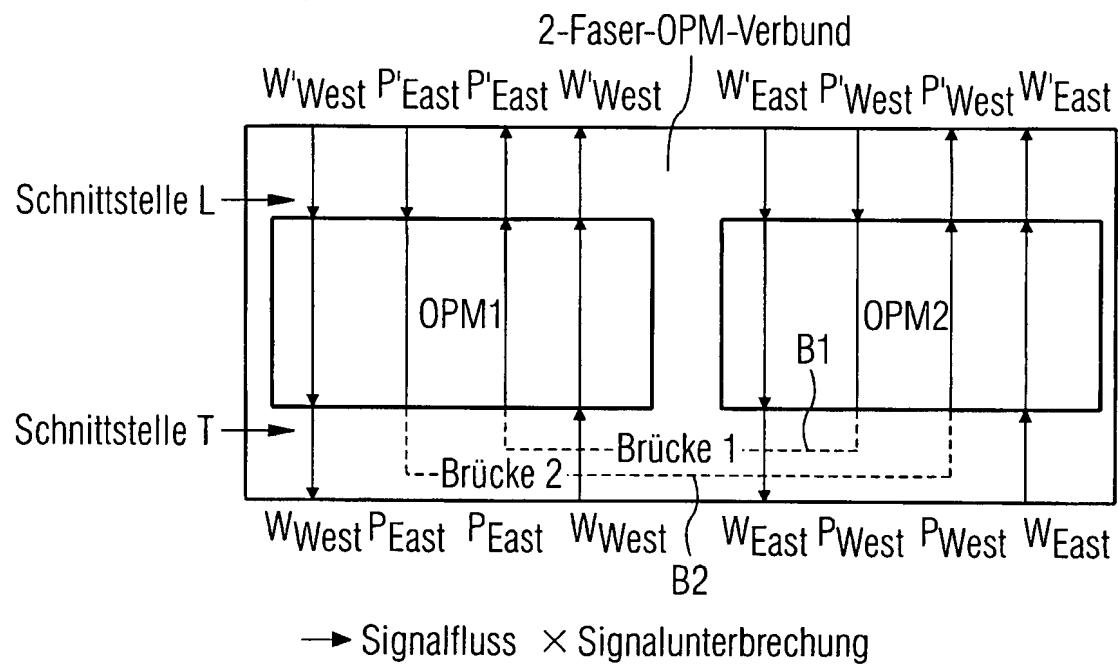


FIG 17



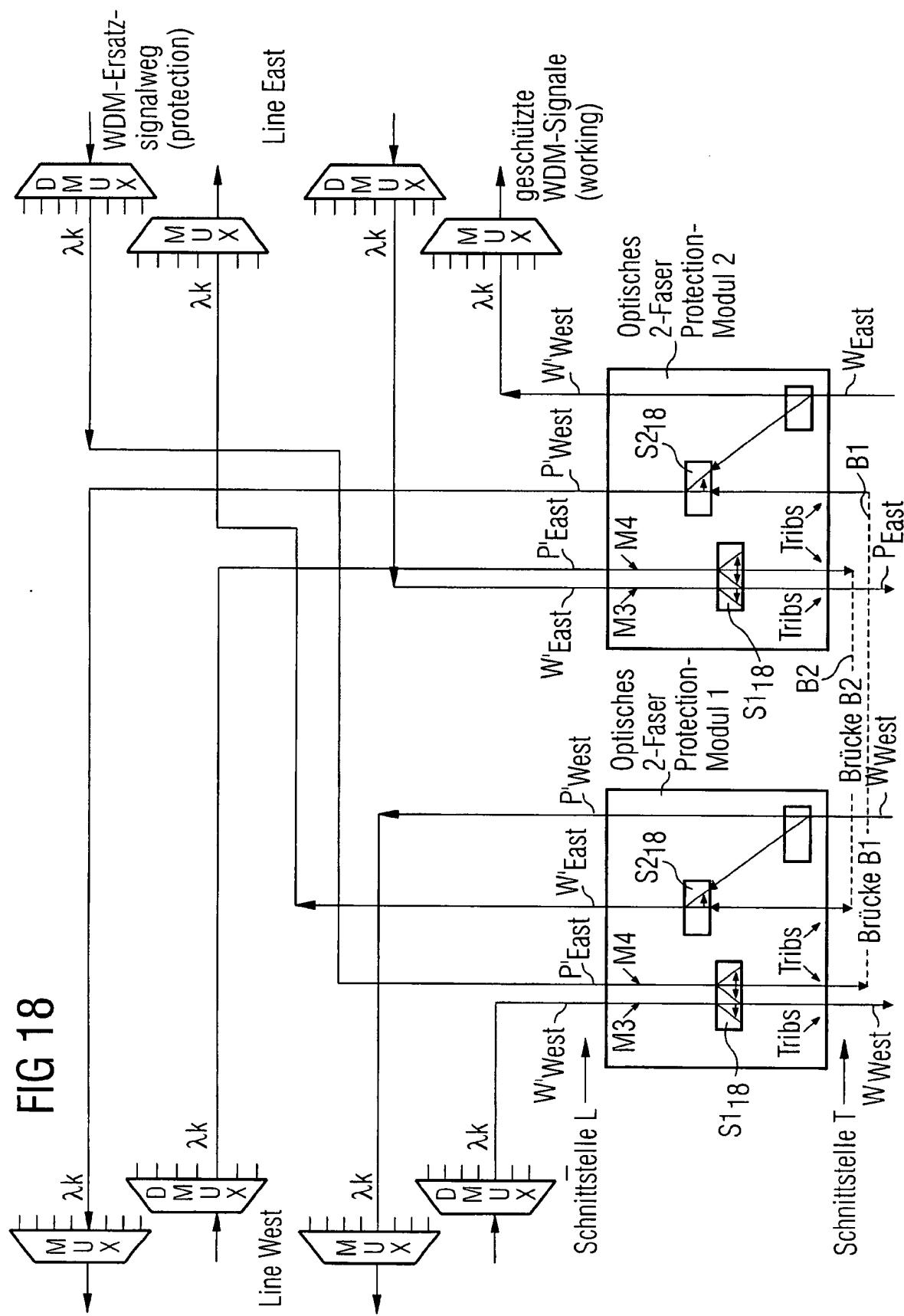


FIG 19

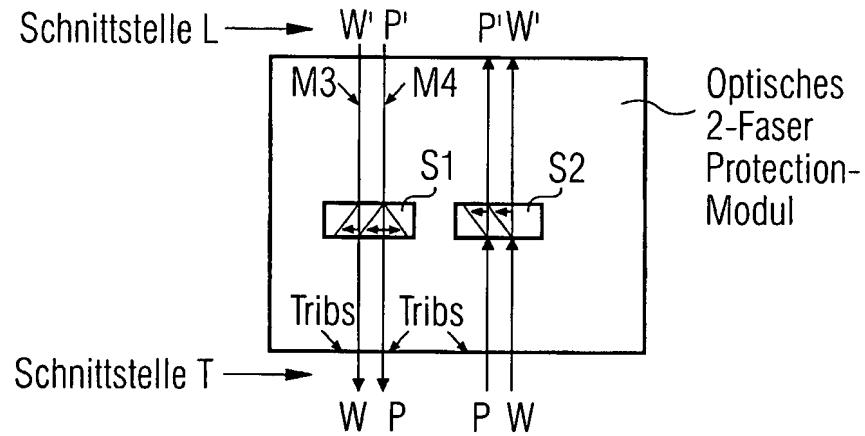


FIG 20

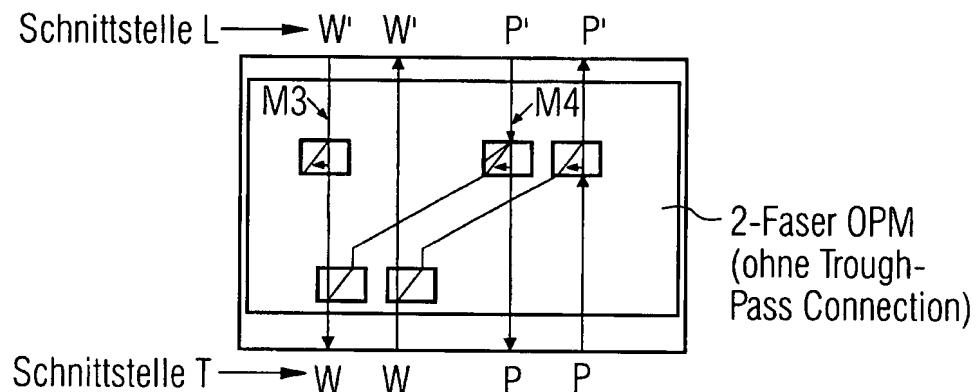


FIG 21

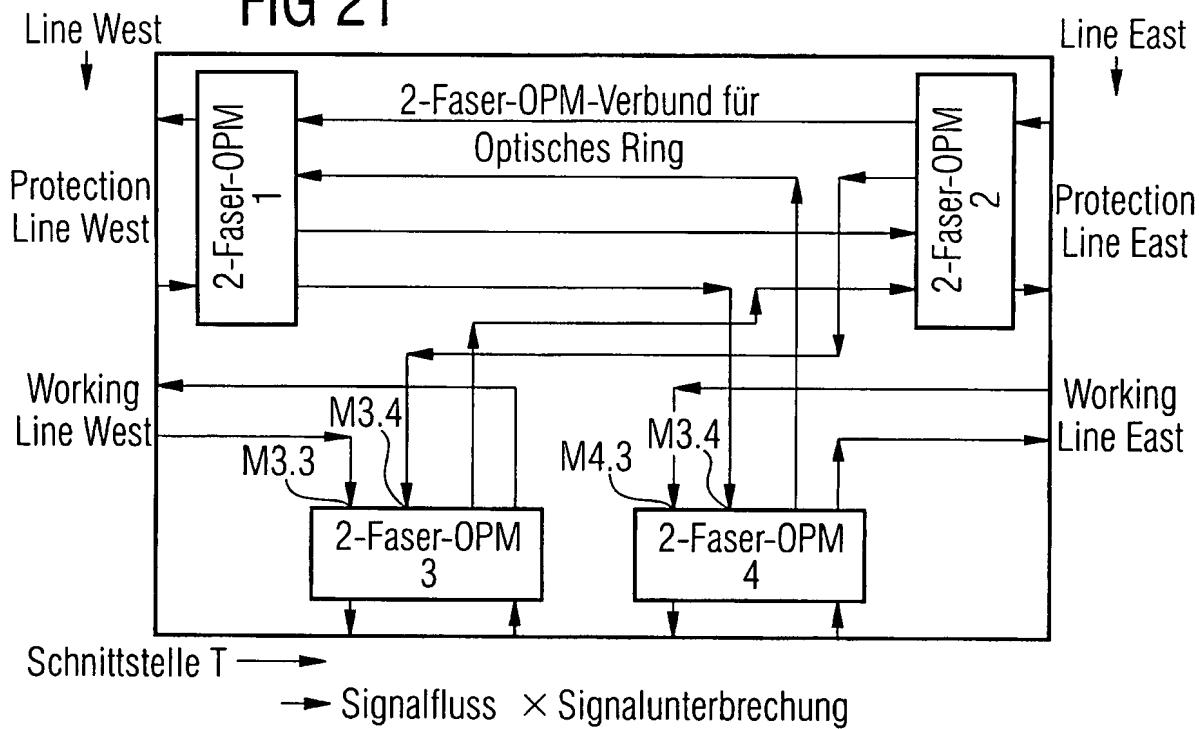


FIG 22

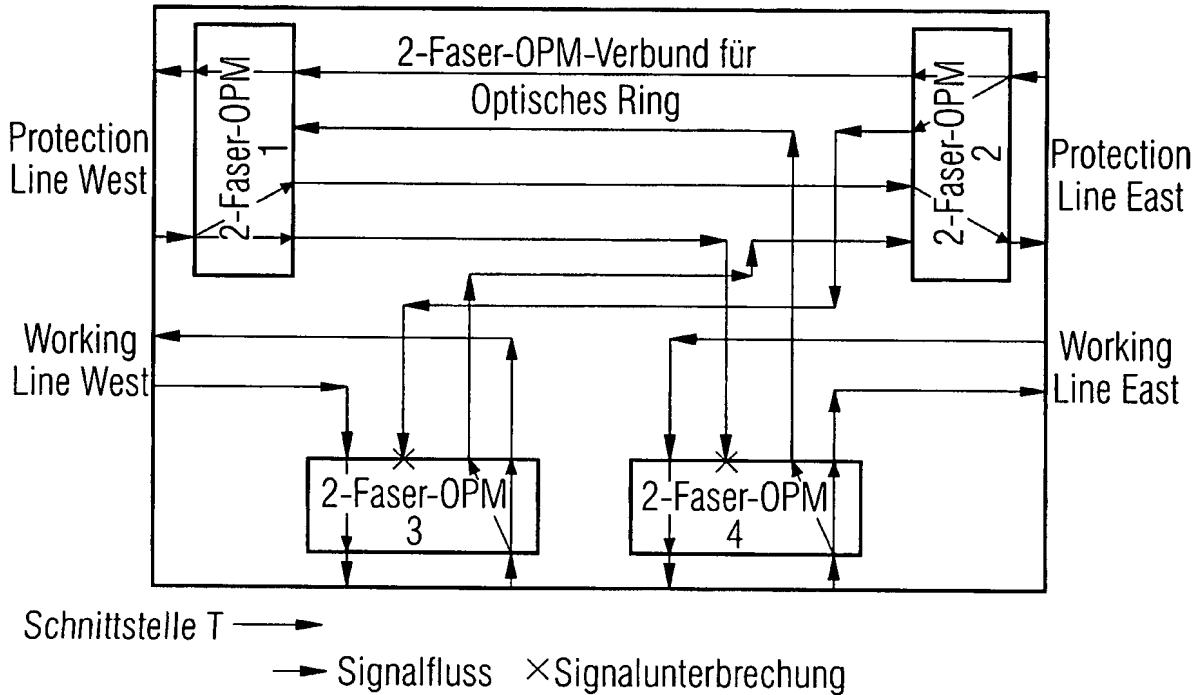


FIG 23

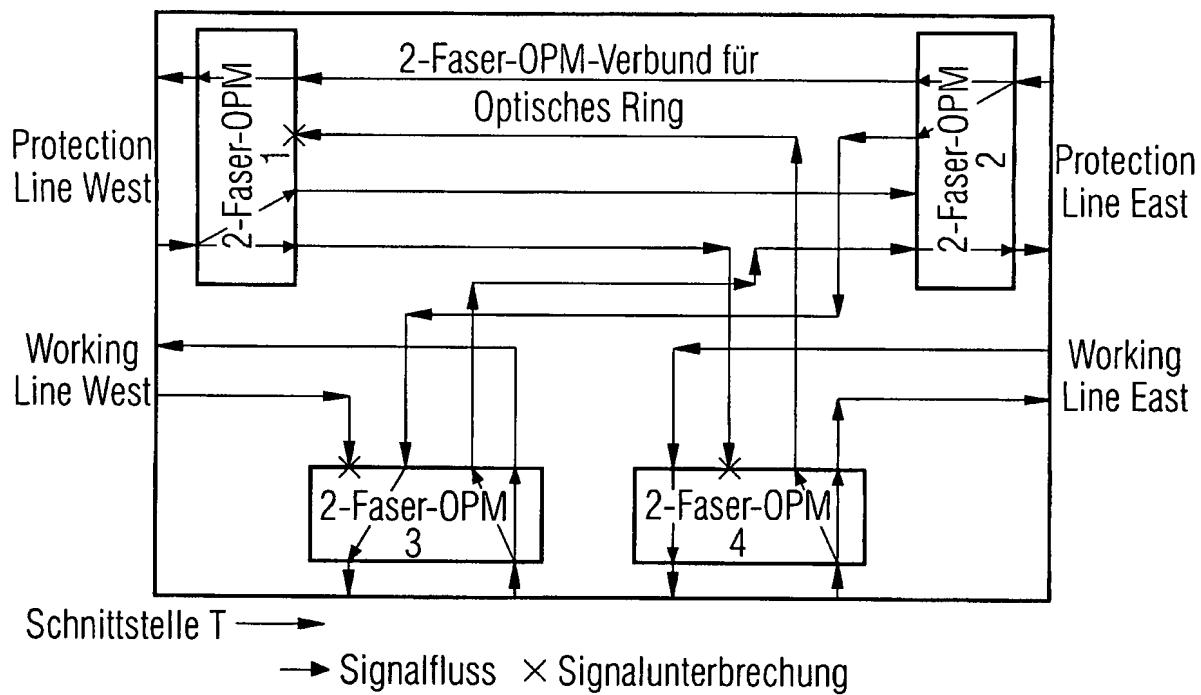
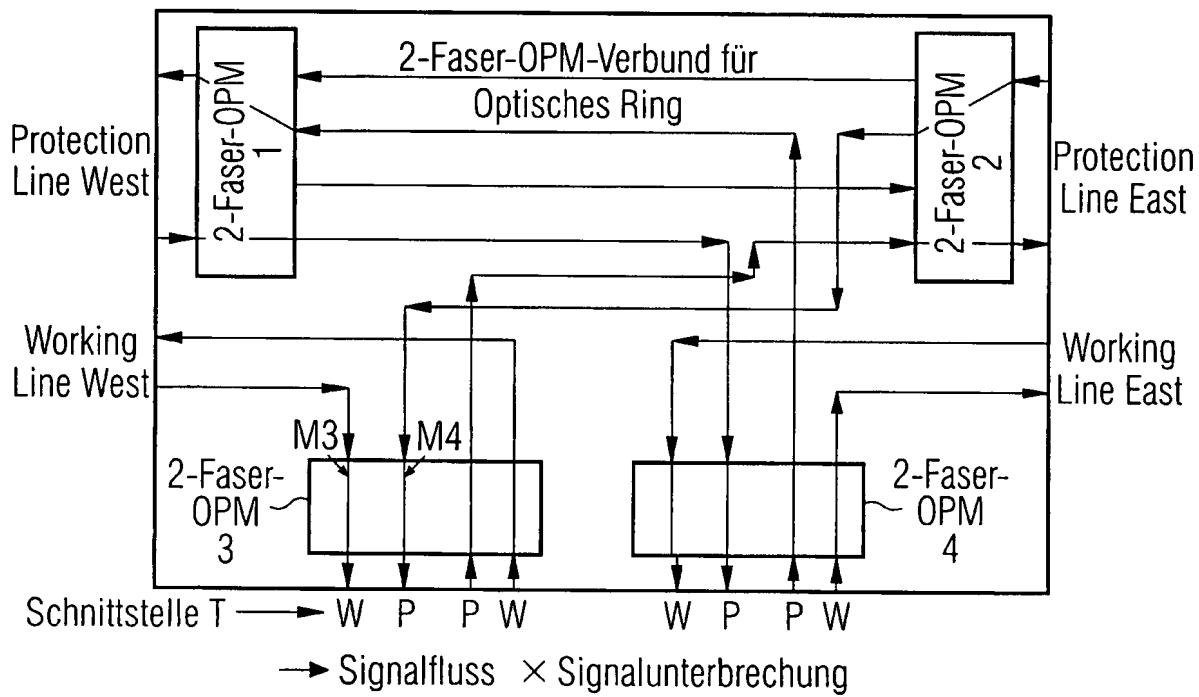


FIG 26



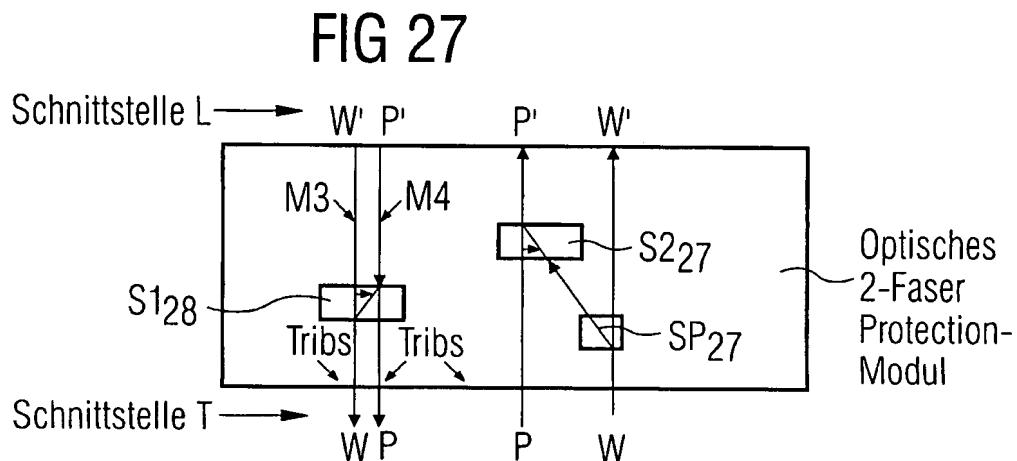
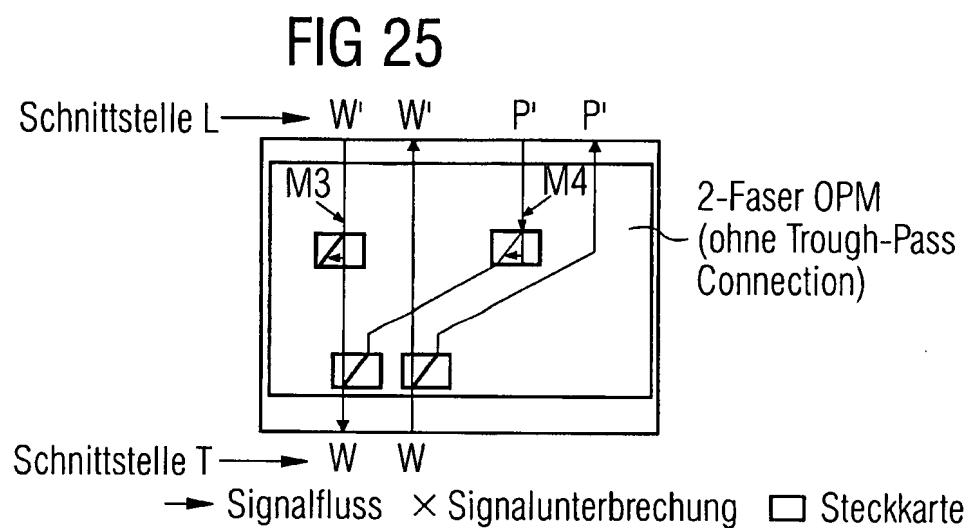
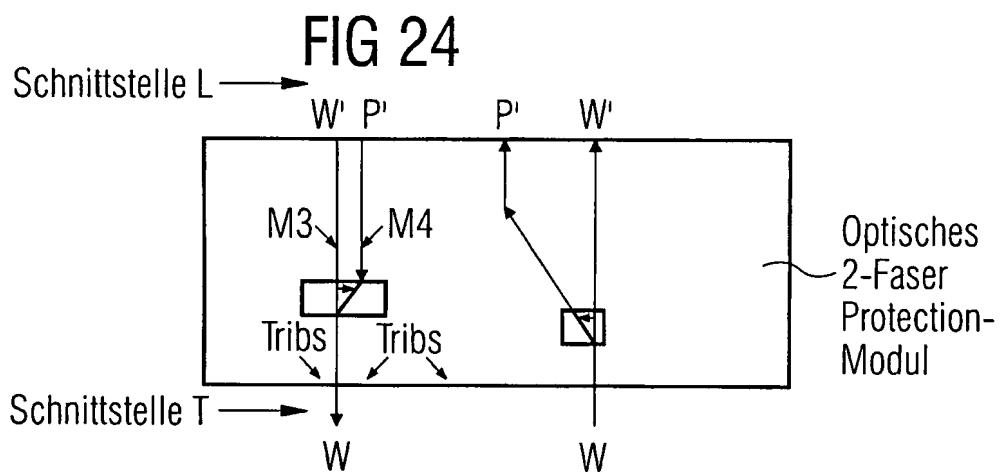


FIG 28

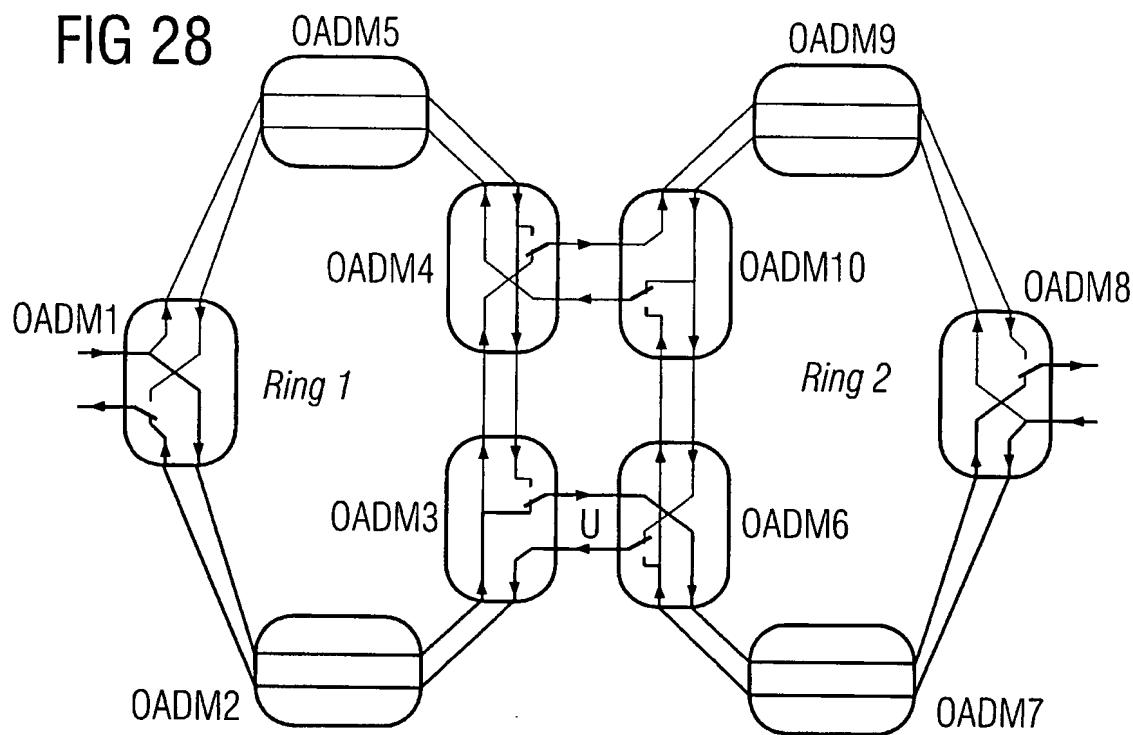


FIG 29

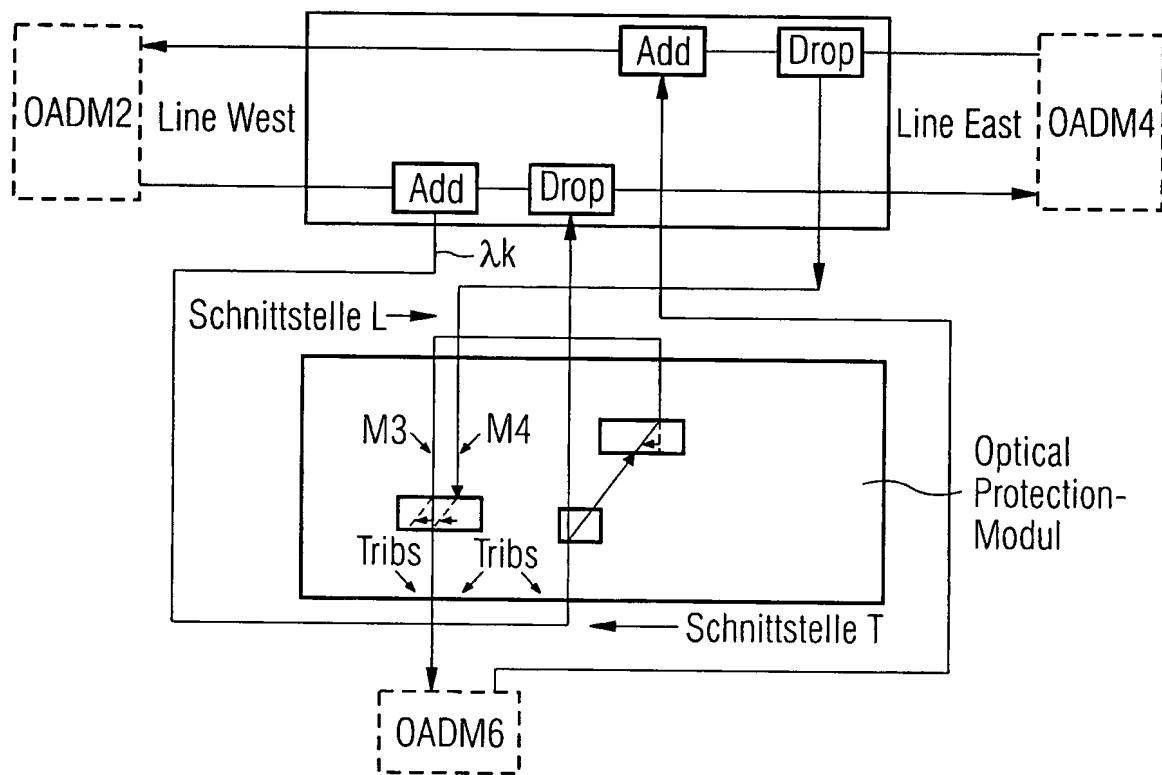
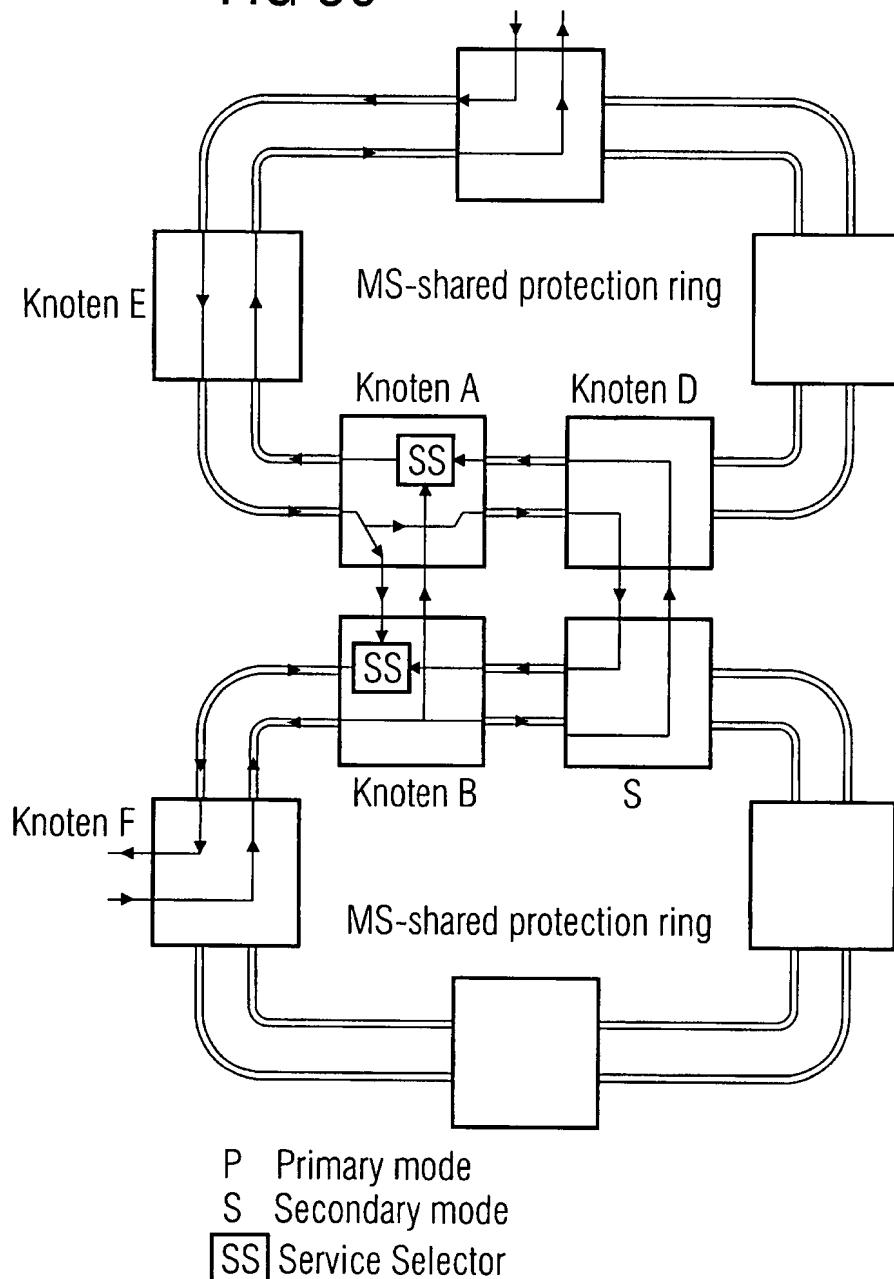


FIG 30



P Primary mode

S Secondary mode

SS Service Selector